

## Bachelorarbeit

# Aktiv gegen Diabetes

## Einfluss von körperlicher Aktivität bei Kindern und Jugendlichen auf die glykämische Kontrolle, gemessen am HbA<sub>1c</sub>-Wert

---

Damaris Geiger  
Domino 383  
9320 Frasnacht  
S09171547

Departement:	Gesundheit
Institut:	Institut für Physiotherapie
Studienjahrgang:	2009
Eingereicht am:	18.05.2012
Betreuende Lehrperson:	Brigitte Fiechter Lienert

Zur besseren Lesbarkeit wird in der folgenden Arbeit jeweils nur die männliche Form verwendet. Die weibliche Form ist dabei selbstverständlich immer mit einbezogen.

## Inhaltsverzeichnis

1 Einleitung.....	6
1.1 Problemstellung und Themenfindung .....	6
1.2 Fragestellung .....	7
1.3 Zielsetzung und Relevanz für die Praxis.....	8
2 Theorieteil.....	9
2.1 Definition Diabetes mellitus.....	9
2.2 Typen von Diabetes mellitus.....	9
2.3 Diagnostische Kriterien .....	9
2.4 Diabetes mellitus Typ 1.....	10
2.5 Kohlenhydratstoffwechsel .....	12
2.6 Einfluss von körperlicher Aktivität auf den Muskelstoffwechsel .....	12
2.7 Akute Komplikationen bei Diabetes mellitus .....	15
2.8 Folgeerkrankungen Diabetes mellitus.....	16
2.9 Erläuterung des Outcomes .....	18
2.10 Akuteller Forschungsstand .....	20
3 Methodik.....	23
3.1 Literaturrecherche.....	23
3.2 Vorgehen zur Bewertung von Studien .....	25
4 Ergebnisse der Studien .....	26
4.1 Einfluss auf die glykämische Kontrolle.....	26
4.2 Einfluss auf den Nüchternblutzucker.....	27
4.3 Einfluss auf die Insulindosis und Insulininjektion .....	27
4.4 Einfluss auf die körperliche Fitness .....	27
4.5 Einfluss auf das Lipoprofil .....	28

4.6 Einfluss auf den Körperbau.....	28
4.7 Einfluss auf die Lebensqualität .....	29
4.8 Einfluss auf hypoglykämische Vorfälle.....	29
4.9 Vergleich der Interventionen .....	29
4.10 Übersicht der Studien .....	31
5 Diskussion .....	33
5.1 kritische Diskussion der Studien .....	33
5.2 Bezug auf die Fragestellung und den theoretischen Hintergrund .....	38
6 Schlussfolgerung.....	41
6.1 Trainingsempfehlung .....	41
6.2 Offene Fragen und Zukunftsaussicht.....	42
7 Quellenverzeichnis .....	43
7.1 Literaturverzeichnis.....	43
7.2 Bildverzeichnis.....	49
7.3 Tabellenverzeichnis .....	49
8 Danksagung .....	51
9 Eigenständigkeitserklärung .....	52
10 Anhang.....	53

## **Abstract**

**Hintergrund:** Betroffene mit Diabetes mellitus Typ 1, bei welchen eine irreversible Zerstörung der insulin-produzierenden Zellen stattfindet, sind lebenslang auf die Gabe von Insulin angewiesen. Mit einer schlecht eingestellten Therapie steigt das Risiko für diabetische Folgeerkrankungen.

**Ziel:** Ziel der Arbeit ist es, den Effekt von körperlicher Aktivität auf die glykämische Kontrolle, gemessen am HbA<sub>1c</sub>-Wert, bei Kindern und Jugendlichen mit Diabetes mellitus Typ 1 aufzuzeigen. Im Zusammenhang mit dem theoretischen Hintergrund soll die Verbindung von glykämischer Kontrolle, regelmässiger körperlicher Aktivität und den diabetischen Folgeerkrankungen aufgezeigt werden.

**Methode:** Die Literaturrecherche erfolgte in verschiedenen Datenbanken zwischen November 2011 und März 2012. Vier Studien sowie unterschiedliche Fachliteratur wurden für die Auseinandersetzung mit der Thematik und Beantwortung der Fragestellung ausgewählt und bearbeitet.

**Ergebnisse:** Die Analyse der Studien hat gezeigt, dass durch regelmässige körperliche Aktivität, in Form von Ausdauertraining eine signifikante Verbesserung der glykämischen Kontrolle, gemessen am HbA<sub>1c</sub>-Wert, erreicht werden kann.

**Schlussfolgerung:** In der richtigen Intensität und Regelmässigkeit durchgeführt, kann körperliche Aktivität die Behandlung von Diabetes mellitus Typ 1 unterstützen. Längerfristig werden diabetischen Folgeerkrankungen positiv beeinflusst.

**Keywords:** diabetes mellitus, type 1 diabetes mellitus, physical exercise, physical activity, paediatric, adolescent, metabolic control, glycemic control

## **1 Einleitung**

### **1.1 Problemstellung und Themenfindung**

Diabetes mellitus – eine chronische Erkrankung, die laut WHO (2011) weltweit 346 Millionen Menschen betreffen. Davon sind rund 440'000 Kinder, wobei jedes Jahr 70'000 neue Fälle diagnostiziert werden (International Diabetes Federation, 2011). Das Bundesamt für Statistik (2012) spricht für das Jahr 2007 von total 3% der Schweizer Bevölkerung ab 15 Jahren, welche wegen der chronischen Krankheit Diabetes in ärztlicher Behandlung sind. Es ist aber anzunehmen, dass eine Dunkelziffer die Zahl weiter in die Höhe treibt, da auch jüngere Patienten von dieser Krankheit betroffen sind. Beim Typ 1 Diabetes mellitus handelt es sich um eine Autoimmunerkrankung mit immungenetischem Hintergrund. Es findet eine irreversible Zerstörung von Insulin produzierenden Zellen statt, was zu einem chronischen Mangel an Insulin führt. Symptome dieser Krankheit sind unter anderem Hyperglykämie und Müdigkeit (Pschyrembel, 2010). Da Betroffene von einer lebenslangen Gabe von Insulin abhängig sind und noch keine Heilungsmöglichkeiten bekannt sind, gehört auch eine strikte Einhaltung von Richtlinien zum täglichen Leben dazu (Schweizerische Diabetes-Gesellschaft, n.d.). Gefürchtete Spätfolgen der chronischen Erkrankung sind diabetische Retinopathie, Nephropathie, Neuropathie und Arteriosklerose (Pschyrembel, 2010).

Mit dem erhöhten Risiko bei Diabetikern für Arteriosklerose ist dieses Patientengut zusätzlich gefährdet für kardiovaskuläre Erkrankungen (Diabetes-Deutschland, 2004). Diese sind für 50-80% der Todesfälle von Menschen mit Diabetes verantwortlich (WHO, 2012).

Bis im Jahre 2030 spricht die WHO (2011) von einer Verdopplung der Todesfälle durch Diabetes mellitus.

Der positive Effekt von körperlicher Aktivität bei Erwachsenen mit Diabetes mellitus Typ 2 ist bekannt und wird im Programm „DIAfit für Menschen mit Diabetes“ umgesetzt.

„Das Projekt bezweckt das Verhindern oder Hinauszögern des Auftretens eines Diabetes mellitus bei Patienten mit pathologischer Glucosetoleranz, resp. die

Progression der Erkrankung bei bekannten Typ 2-Diabetikern zu bremsen“  
(www.diafit.ch, n.d.).

Neben ärztlicher, Ernährungs- und Diabetesberatung, nehmen die Teilnehmer des Programmes drei Mal wöchentlich an einem durch Physiotherapeuten begleiteten Bewegungsprogramm teil, welches sich aus Ausdauersportarten im Freien, in der Turnhalle oder im Hallenbad zusammenstellt (Diafit, n.d.).

Eine Studie von Herbst, Kordonouri, Schwab, Schmidt und Holl (2007) zeigt in einer Untersuchung von 23'251 Patienten mit Diabetes mellitus Typ 1 zwischen drei und 18 Jahren, dass 44.7% sich nicht körperlich betätigen.

Herbst, Bachran, Kapellen und Holl (2006) haben in einer grossen Kohorten-Studie den Zusammenhang zwischen der Regelmässigkeit von körperlicher Aktivität bei Kindern und Jugendlichen mit Diabetes mellitus Typ 1 und deren glykämischen Kontrolle untersucht. Daraus resultierte, dass regelmässige körperliche Aktivität einer der wichtigsten Faktoren ist, welcher den HbA<sub>1c</sub>-Wert beeinflusst.

Der HbA<sub>1c</sub>-Wert, auch „Blutglukosegedächtnis“ (Hürter & Danne, 2005, S. 245) genannt, dient zur langfristigen Kontrolle der Blutzuckersituation. Der Wert gilt als wichtiger und zuverlässiger Parameter für die objektive Beurteilung der Qualität der Stoffwechseleinstellung über eine Zeit von sechs bis acht Wochen (Hürter et al., 2005).

## **1.2 Fragestellung**

Aufgrund der oben genannten Tatsachen soll die Arbeit folgende Fragestellung beantworten:

- Hat körperliche Aktivität bei Kindern und Jugendlichen mit Diabetes mellitus Typ 1 einen Einfluss auf die glykämische Kontrolle, gemessen am HbA<sub>1c</sub>-Wert?

Im Fokus steht die Beobachtung des Effekts von körperlicher Aktivität bei Kindern und Jugendlichen mit Diabetes mellitus Typ 1 bis 20 Jahren, auf die glykämische Kontrolle, gemessen am HbA<sub>1c</sub>-Wert.

Weitere Outcomes der Studien und die Art von körperlicher Aktivität werden nur sekundär berücksichtigt und am Ende der Arbeit diskutiert.

### **1.3 Zielsetzung und Relevanz für die Praxis**

Das Ziel der vorliegenden Arbeit besteht darin, durch eine kritische Betrachtung der ausgewählten wissenschaftlichen Studien, den Effekt von körperlicher Aktivität auf die glykämische Kontrolle, gemessen am HbA<sub>1c</sub>-Wert, bei Kindern und Jugendlichen nachzuweisen. Dies soll aufzeigen, ob die Blutzuckereinstellung bei Kindern und Jugendlichen mit insulinabhängigem Diabetes mellitus Typ 1 verbessert und unterstützt werden kann.

Im Zusammenhang mit den Ergebnissen der Studien und dem theoretischen Hintergrund wird versucht, eine Verbindung zwischen körperlicher Aktivität, der glykämischen Kontrolle und den Folgeerkrankungen von Diabetes mellitus herzustellen. Aus diesen Erkenntnissen soll eine evidenzbasierte Empfehlung in Bezug auf Prävention und Verbesserung des Krankheitsverlaufs gemacht werden, damit Betroffene durch ein geleitetes und kontrolliertes Training in der optimalen individuellen Blutzuckereinstellung unterstützt und Folgeerkrankungen vorgebeugt werden können.



## 2 Theorieteil

### 2.1 Definition Diabetes mellitus

Spinas und Fischli (2011) definieren Diabetes mellitus wie folgt:

„Diabetes mellitus ist eine Stoffwechselstörung mit Hyperglykämie bedingt durch Insulinmangel, ungenügende Insulinwirkung oder beides“

(Spinas & Fischli, 2011, S.119).

### 2.2 Typen von Diabetes mellitus

Köppel, Saeger, Böhm, Oberholzer und Riede (2004) beschreiben verschiedene Formen von Diabetes, abhängig von deren Entstehungsmechanismen.

Tabelle 1. Diabetestypen nach Köppel et al. (2004)

Diabetestyp		Synonym	Definition
Primärer Diabetes	Diabetes mellitus Typ 1	insulin dependet diabetes mellitus (IDDM)	Autoimmunkrankheit mit Insulinmangel wegen Reduktion der $\beta$ -Inselzellen in der Bauchspeicheldrüse (ca. 4,5% aller Diabetesformen)
	Diabetes mellitus Typ 2	non insulin dependet diabetes mellitus (NIDDM)	Genetische Prädisposition und Funktionsstörung der $\beta$ -Inselzellen mit begleitender Insulinresistenz in der Peripherie (ca. 95% aller Diabetesformen)
	MODY	maturity onset diabetes of the young	Genetisch bedingter Funktionsdefekt der $\beta$ -Inselzellen (seltene Form von Diabetes, manifestiert sich im Jungendalter)
Sekundärer Diabetes			Schädigung von Inselzellen im Rahmen anderweitiger Erkrankungen

### 2.3 Diagnostische Kriterien

Folgende Kriterien werden von Spinas et al. (2011) beschrieben, um Diabetes mellitus zu diagnostizieren.

Tabelle 2. diagnostische Kriterien nach Spinas et al. (2011)

Test	Kriterium
random plasma glucose	Glukosemessung zu einem unbestimmten Zeitpunkt mit einem Wert $\geq 11.1$ mmol/l und typische Symptome wie Polyurie oder Durst
Nüchternplasmaglukosewert	$\geq 7$ mmol/l
oraler Glukosetoleranztest	Zwei Stunden nach oraler Gabe von 75g Glukose beträgt der Plasmaglukosewert $\geq 11.1$ mmol/l
HbA <sub>1c</sub> -Wert	$\geq 6.5\%$

## 2.4 Diabetes mellitus Typ 1

Da sich die folgende Arbeit auf Kinder und Jugendliche mit Diabetes mellitus Typ 1 konzentriert, wird der Krankheitstyp an dieser Stelle genauer erläutert.

### 2.4.1 Epidemiologie

Diabetes mellitus Typ 1 tritt bei ungefähr 15-20% aller Diabetiker auf und manifestiert sich meist vor dem 40. Lebensjahr (Spinass et al., 2011).

Hürter et al. (2005) betonen, dass ein Diabetes mellitus am häufigsten während der Kindheit und Jugend auftritt, sich aber grundsätzlich in jedem Alter manifestieren kann.

### 2.4.2 Pathogenese

Bei Diabetes mellitus Typ 1 werden die  $\beta$ -Zellen der Pankreasinseln durch autoreaktive zytotoxische Lymphozyten selektiv zerstört, worauf ein Insulinmangel resultiert (Spinass et al., 2011).

Die wichtigsten pathogenetischen Faktoren beschrieben Spinass et al. (2011) wie folgt:

**immungenetischer Hintergrund:** Diabetes mellitus Typ 1 wird mit bestimmten HLA-Merkmalen und anderen Autoimmunerkrankungen in Verbindung gebracht (1).

HLA-System ist eine Abkürzung für „human leucocyte antigen system“, ein autosomal-kodominant erbliches System von Antigenen, welches auf der Oberfläche von fast allen Zellen vorkommt. Diese werden von T-Lymphozyten fälschlicherweise als antigenpräsentierende Moleküle erkannt und spielen eine wichtige Rolle in der Bildung von Autoimmunantikörpern und somit der Entstehung des Diabetes mellitus Typ 1 (Peschyrembel, 2010).

**Autoantikörper:** Autoantikörper, die sich spezifisch gegen  $\beta$ -Zell-Antigene richten (u.a. das Anti-Insulin-Antikörper = IAA), führen zur autoimmunen Zerstörung von  $\beta$ -Zellen.

**auslösendes Agens (2):** Unklar erscheint, wodurch die zytotoxischen Lymphozyten aktiviert werden. Zur Diskussion stehen verschiedene auslösende Faktoren wie Viren, Nahrungsbestandteile und Umwelttoxine.

**Perpetuierung der  $\beta$ -Zell-Destruktion:** Sobald der Autoimmunprozess initiiert ist, verstärken Autoantikörper und Zytokine die  $\beta$ -Zell-Destruktion (3).

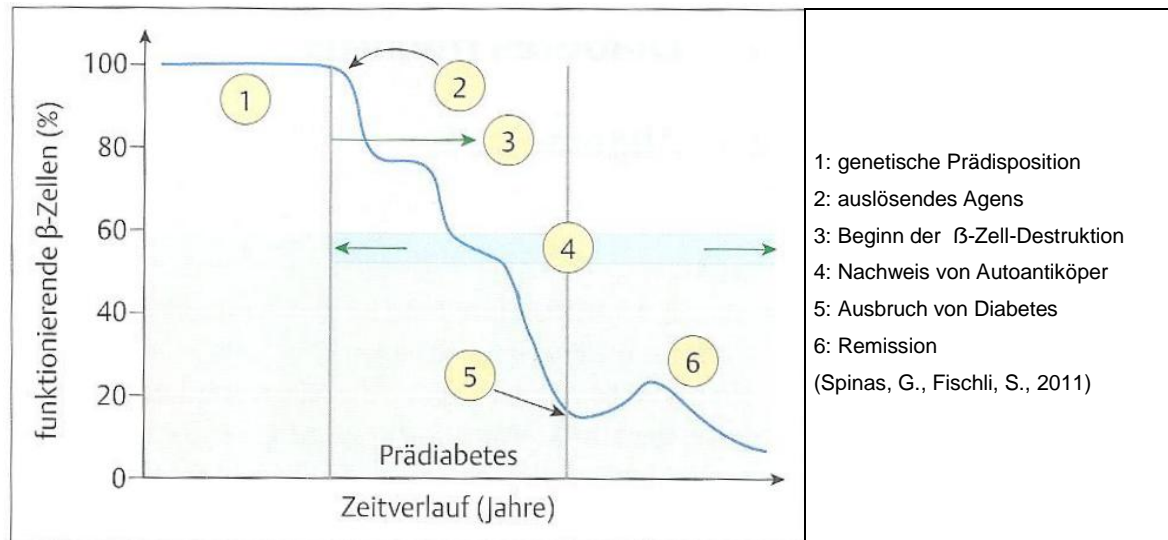


Abbildung 1. natürlicher Verlauf des Diabetes mellitus Typ 1  
 (Spinas et al., 2011, S. 120)

#### 2.4.3 Klinik

Als typische Symptome von Diabetes mellitus Typ 1 beschreiben Spinass et al. (2011) Polydipsie, Polyurie, Leistungsminderung und Gewichtsabnahme. Gehäuft können zudem verschiedene Infektionen sowie Sehstörungen auftreten.

#### 2.4.4 Therapie

Spinass et al. (2011) beschreiben die Therapie von Diabetes mellitus Typ 1 folgendermaßen: Mit Hilfe einer Insulintherapie, meist in Form des sogenannten Basis-Bolus-Prinzips, wird Insulin je nach Bedarf vor dem Essen oder zur Korrektur von zu hohen Blutzuckerspitzen gespritzt. Zusätzlich kann diese Therapieform durch Schulung, Ernährungsberatung und körperliche Aktivität ergänzt werden.

Berger (1983) zitiert nach Behrmann und Weineck (2001) beschreibt die Therapie von Diabetes mellitus wie folgt: „Kurzfristig besteht das Ziel der Diabetestherapie in der Bekämpfung der akuten Stoffwechseleinstellung und der Verhinderung des

Coma diabeticum. Langfristig liegt das Hauptziel darin, eine Normoglykämie zur Verhinderung des diabetischen Spätsyndroms bei grösstmöglicher Flexibilität der Lebensführung des Patienten zu erreichen“ (Behrmann & Weineck, 2001, S.42).

## **2.5 Kohlenhydratstoffwechsel**

Im Metabolismus des Körpers spielt der Kohlenhydratstoffwechsel eine zentrale Rolle. Die häufigste Erkrankung in diesem System ist der Diabetes mellitus.

Der Blutzuckerspiegel kann durch verschiedene Faktoren wie Nahrungsaufnahme oder körperliche Aktivität schnell und teilweise nachhaltig beeinflusst werden. Dafür ist ein Gleichgewicht zwischen der Glukose-Abgabe aus der Leber, der intestinalen Glukose-Absorption und der Glukose-Aufnahme ins Gewebe notwendig (Spinas et al., 2011).

### **2.5.1 Insulin**

Im Pankreas sind Langerhans'sche Inseln vorzufinden in denen das endokrine Pankreas organisiert ist, welches unter anderem Insulin produziert (Spinas et al., 2011).

Wichtigster Reiz für die Ausschüttung von Insulin ist der Anstieg des Blutzuckerspiegels. Die Insulinsekretion erfolgt bei konstanter Stimulation durch Glukose in zwei Phasen: die rasche Frühphase (early/ first Phase) gefolgt von der langsamen Spätphase (late/second Phase) (Spinas et al., 2011).

Hürter et al. (2005) beschreiben folgende Wirkung von Insulin auf den Kohlehydratstoffwechsel: „Insulin fördert den Glukosetransport in die Zellen von Muskulatur und Fettgewebe, die Glykolyse in allen Geweben und die Glykogensynthese in Leber und Muskulatur. Es hemmt dagegen die Glykogenolyse in Leber und Muskulatur und die Glukoneogenese in der Leber“ (Hürter et al., 2005, S. 92).

## **2.6 Einfluss von körperlicher Aktivität auf den Muskelstoffwechsel**

Laut Behrmann et al. (2001) ist bei Diabetikern primär eine Störung des Glukosestoffwechsels und der Glukosehomöostase vorhanden, was sich insbesondere bei Ausdauersport leistungsmindernd auswirkt, da der Energiebedarf in dieser Situation besonders hoch ist.

### 2.6.1 Gesunder Muskelstoffwechsel bei körperlicher Belastung

Behrmann et al. (2001) stellen fest, sobald körperliche Arbeit, sprich Muskelarbeit, einsetzt, muss der Organismus zwei entscheidende Aufgaben erfüllen: Um die geforderte Leistung zu erbringen muss einerseits die Sauerstoff- und Energieversorgung des Muskels um ein Vielfaches gesteigert werden. Andererseits muss die Sauerstoff- und Energieversorgung des Gehirns aufrecht erhalten werden, um eine Unterversorgung des Gehirns zu vermeiden. Die unmittelbare Energiequelle für die Muskelarbeit ist das Adenosintriphosphat (ATP), dessen Vorrat in der Zelle jedoch begrenzt ist. Daraus folgt die Notwendigkeit des Wiederaufbaus von ATP welches über Phosphate und energieliefernde Substrate (u.a. Glukose, Glykogen, Fettsäuren) erfolgt. Die energiereichen ATP können wegen geringem Speichervermögen die Muskelarbeit nur über kurze Zeit aufrecht erhalten. Um die Energiebereitschaft sicher zu stellen, werden von Beginn an die Glykogenolyse und Lipolyse in den muskulären Glykogen- und Fettdepots gesteigert, um die ATP-Produktion aufrecht zu halten. Diese Depots sind aber ebenfalls limitiert, weshalb Glukose und freie Fettsäuren aus dem zirkulierenden Blut in die Muskelzellen für die Oxydation aufgenommen werden müssen.

Um die arterielle Glukosekonzentration zu gewährleisten, erfolgt eine zunehmende hepatische Glukoseausschüttung ins Blut. Jedoch ist auch dieses Depot begrenzt, so dass die Glukoneogenese in der Leber gesteigert werden muss. Bei längerer Muskelarbeit wird die Lipolyse gesteigert und aus dem Fettdepot des Körpers werden freie Fettsäuren in die Blutbahn abgegeben. Die Oxydation dieser freien Fettsäuren in den Muskelzellen generiert den Energiebedarf des Muskels.

(Behrmann et al., 2001)

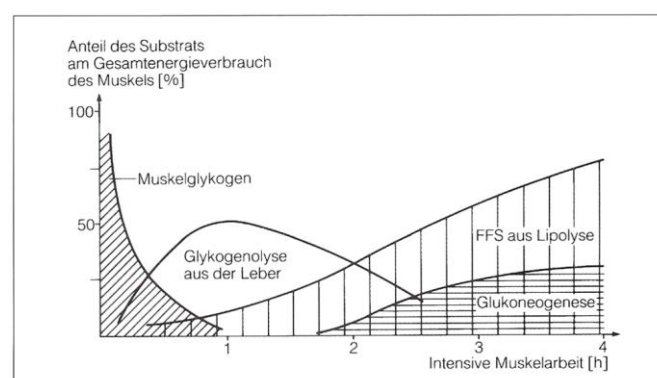


Abbildung 2. zeitlicher Verlauf der Substratversorgung des arbeitenden Skelettmuskels (Behrmann et al., 2001, S.58)

### 2.6.2 Einfluss von körperlicher Aktivität bei Diabetes mellitus Typ 1

Laut Behrmann et al. (2001) kann die Glukoseaufnahme in die Muskelzelle aus dem Blut durch Muskelkontraktionen gesteigert werden, was gerade Diabetikern, wegen ihres Insulinmangels, von Nutzen sein kann. Die Stimulation der Glukoseaufnahme durch den arbeitenden Muskel erfolgt über verschiedene Mechanismen:

(nach Behrmann et al., 2001)

- MAF („muscular activity factor“, muskulärer Aktivitätsfaktor) wird freigesetzt. Hierbei handelt es sich um eine insulinähnliche hormonelle Substanz, welche auch die Glukoseaufnahme im nicht arbeitenden Muskel stimuliert.
- NSILA („non-suppressible, insulin-like activity“, Nichtunterdrückbarer insulin-ähnlicher Aktivitätsfaktor) wird in das Lymphsystem freigesetzt.
- Das Kapillargefässnetz wird durch eine Durchblutungssteigerung erweitert. Somit wird der Kontakt von Insulin mit einer grösseren Anzahl von Rezeptoren auch bei einem niedrigen Insulinspiegel ermöglicht. Ebenfalls werden biologisch aktive Eiweisskörper, so genannte Kininen freigesetzt, denen eine insulinähnliche Wirkung zugesprochen wird.
- Während der Muskelkontraktion wird die Insulin-Rezeptor-Bindung verbessert. (Behrmann et al., 2001)

Bei der Stimulation der Glukoseaufnahme des arbeitenden Muskels spielt Insulin eine tragende Rolle (Behrmann et al., 2001). Der sogenannte permissive Effekt von Insulin lässt sich folgendermassen erklären:

„Für den arbeitenden Muskel ist es nicht von Bedeutung, wie viel Insulin vorhanden, sondern dass überhaupt welches präsent ist, um die Glukoseaufnahme zu steigern. Bereits geringe, für den ruhenden Muskel ineffektive Insulinmengen befähigen den arbeitenden Muskel zur Steigerung der Glukoseaufnahme.“ (Berger, M., 1985 nach Behrmann et al., 2001, S. 64)

### 2.6.3 Einfluss von Diabetes mellitus auf die Muskulatur und den Muskelstoffwechsel

Behrmann und Weineck beschreiben bei einem schlecht eingestellten Diabetiker eine reduzierte Muskelmasse, da Teile der Muskelproteine abgebaut werden. Ebenso unterscheidet sich die Muskelstruktur eines Diabetiker von der eines Stoffwechselgesunden: So weist ein Patient mit Diabetes mellitus Typ 1 mehr ST-Fasern

(slow-twitch), sprich sich langsam kontrahierende Fasern auf. Von den FT-Fasern (fast-twitch) hat man von einer bestimmten Untergruppe, den FTb-Fasern, bei der selben Patientengruppe einen grösseren Anteil gefunden als bei Stoffwechselgesunden (Behrmann et al., 2001).

## 2.7 Akute Komplikationen bei Diabetes mellitus

Laut Müller und Bosy-Westphal (2005) treten Störungen des Glukosestoffwechsels in Form einer Hyper- oder Hypoglykämie auf.

„Sowohl bei Hypo- als auch bei Hyperglykämie ist der Glucoseumsatz „gestört“. Die Ursachen liegen in einer nicht angemessenen Glucoseproduktion und/ oder Glucoseutilisation. Bei Diabetes mellitus ist die hohe Glucoseproduktion (wesentlich bedingt durch eine erhöhte Gluconeogeneserate) Ursache der Nüchtern-Hyperglykämie. Demgegenüber sind bei insulininduzierter Hypoglykämie [...] sowohl die Glucoseproduktion als auch der Glucoseverbrauch erhöht.“ (Müller, M. J. & Bosy-Westphal, A., 2005, S. 653)

Als akute Stoffwechselentgleisung beschreiben Hörmann und Mann (2004) das diabetische Koma.

Salem, AboElAsrar, Elbarbary, ElHilaly und Refaat (2010) nennen die Angst vor akuten Komplikationen, insbesondere hypoglykämische Vorfälle, als Grund für eine verminderte körperliche Aktivität bei Diabetikern.

Robertson, Adolfsson, Riddell, Scheiner und Hanas (2008) nennen verschiedene Faktoren, die die Veränderung des Blutzuckerspiegels während eines Trainings beeinflussen.

Tabelle 3. Blutzuckerbeeinflussung durch Sport nach Robertson et al. (2008)

<b>Hypoglykämie</b>	<b>unverändert</b>	<b>Hyperglykämie</b>
Hyperinsulinämie aufgrund übermässiger Insulindosis	Insulin vor dem Training entsprechend angepasst	Hypoinsulinämischer Zustand vor und während dem Training
verlängertes Training – meist mehr als 30-60 Minuten und/ oder keine extra Einnahme von Kohlenhydrat	Angepasster Kohlenhydratkonsum	emotional bedingte Adrenalinreaktion (während eines Wettbewerbs)
Hoch-intensiv aerobes Training (50-75% des der maximalen aeroben Kapazität)		Kurze, intermittierende Anfälle anaerober Aktivität
Unvertrautheit mit einer Aktivität welche mehr Energie benötigt		Übermässiger Kohlenhydrat Konsum
		wenn Glukoseproduktion die Auslastung übersteigt

## 2.8 Folgeerkrankungen Diabetes mellitus

Spinas et al. (2011) nennen eine Einteilung von diabetischen Folgeerkrankungen in zwei Gruppen:

- mikroangiopathisch: Retinopathie, Nephropathie, Neuropathie
- makroangiopathisch: akzelerierte Arteriosklerose

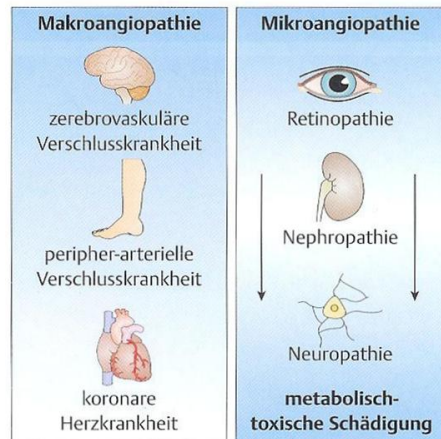


Abbildung 3. diabetische Folgeerkrankungen  
(Spinas et al., 2011, S. 129)

### 2.8.1 Diabetische Mikroangiopathie

#### 2.8.1.1 Diabetische Retinopathie

Bei der nicht-proliferativen Retinopathie kommt es durch den Verlust von kapillären Perizyten und es bilden sich Mikroaneurysmen und Punktblutungen was zu einer vermehrten Permeabilität der Blut-Retina-Schranke führt.

Bei der präproliferativen Retinopathie kommt es typischerweise durch Kapillarverschlüsse zu Venenabnormalitäten.

Im späteren Stadium, der proliferativen Retinopathie, ist die Retina hypoxisch und durch das Ausscheiden von angiogenen Wachstumsfaktoren entsteht eine Neovaskularisation der Retina und der Iris. Da die neu entstandenen Gefäße leicht bluten, kommt es zu rezidivierenden Glaskörpereinblutungen.

Eine symptomatische Einschränkung des Visus tritt erst relativ spät im Verlauf einer Retinopathie auf. Eine solche Sehstörung kann bis zum Verlust der Sehfähigkeit führen (Spinas et al., 2011).



#### 2.8.1.2 Diabetische Nephropathie

Bei einer Nierenschädigung durch Diabetes kommt es häufig zu einer terminalen Niereninsuffizienz mit Dialysepflicht.

Die Hyperglykämie führt zu einer diffusen Glomerulosklerose. Die Zunahme der Porengrösse im Glomerulum führt zu einem Verlust von Albumin und später von grösseren Proteinen, wodurch die Nierenkanälchen zunehmend geschädigt werden (Spinas et al., 2011).

#### 2.8.1.3 Diabetische Neuropathie

Bei einer diabetischen Neuropathie werden die Nervenzellen in Form einer Demyelinisierung und Degeneration geschädigt. Neben der Schädigung der Vasa nervorum kommen zusätzlich metabolisch-toxische Störungen der Neurone dazu. Die diabetische Neuropathie wird in verschiedenen Ausprägungsformen unterscheiden (Spinas et al., 2011).

Die sensomotorische Polyneuropathie tritt vor allem distal und symmetrisch auf. Die Symptome sind Parästhesien, neurogene Schmerzen, Verminderung oder Verlust der Berührungs-, Schmerz- und Temperaturempfindlichkeit. Die Anfälligkeit für Verletzungen steigt auch dadurch, dass sie erst spät bemerkt werden, was ein wichtiger pathogenetischer Faktor bei der Entstehung des diabetischen Fusses ist.

Bei der autonomen Neuropathie sind verschiedene Systeme beeinträchtigt. Bei der kardialen autonomen Neuropathie kommt es zu einem Verlust der respiratorischen Variabilität der Herzfrequenz. Hinzu kommen Tachykardie und orthostatische Hypertonie. Die gastrointestinale Motorik ist gestört, was eine beschleunigte oder verlangsamte Magenentleerung mit Gastroparese und diabetischer Diarrhö mit sich bringen kann. Störungen des Urogenitalsystems äussern sich in Blasenatonie und erektiler Dysfunktion. Ebenso nimmt die Schweißsekretion ab, was sich in warmen und trockenen Füßen äussert. Die fokale Neuropathie äussert sich mit Ausfällen einzelner peripherer und radikulärer Nervenwurzeln durch Infarkt der Vasa nervorum (Spinas et al., 2011).

### 2.8.2 Diabetische Makroangiopathie

Durch eine schlechte diabetische Stoffwechsellage (Insulinresistenz, Hyperglykämie, Dyslipidämie, erhöhte Gerinnungsneigung, Veränderung der Gefäßwände) wird das Risiko für Arteriosklerose und folglich von zerebrovaskulären Insulten, koronare Herzkrankheiten und periphere arterielle Verschlusskrankheiten erheblich erhöht (Spinas et al., 2011).

### 2.8.3 Therapeutischer Ansatz

Der therapeutische Schwerpunkt bei diabetischen Folgeerkrankungen liegt bei der Optimierung der Blutzuckereinstellung (Spinas et al., 2011).

Prophylaktisch wirkt eine exakte Einstellung des Diabetes mellitus ( $\text{HbA}_{1c} < 7\%$ ) (Pschyrembel, 2010)

## 2.9 Erläuterung des Outcomes

Hürter und Danne (2005) beschreiben verschiedene Parameter, welche für die Stoffwechselkontrolle gewählt werden können.

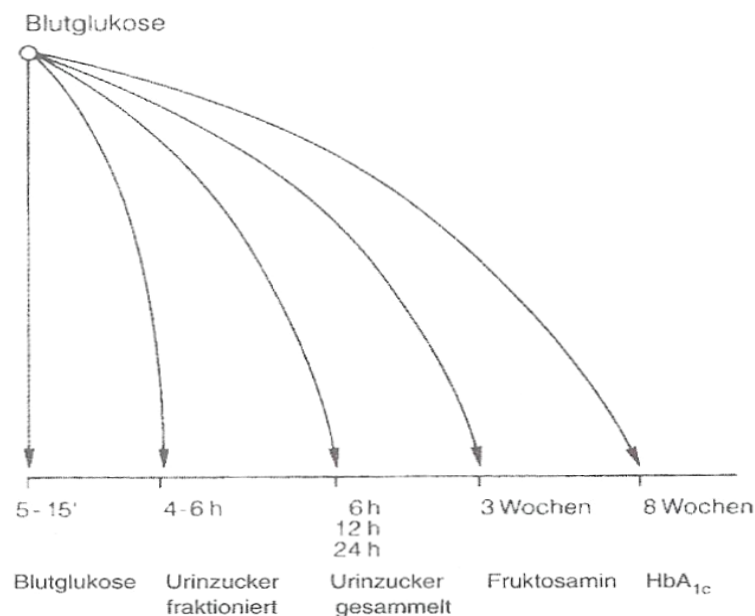


Abbildung 4. Möglichkeiten der Blutzuckerkontrolle  
(Hürter et al., 2005, S. 244)

Da sich die Fragestellung auf den  $\text{HbA}_{1c}$ -Wert bezieht, wird der Parameter an dieser Stelle genauer erläutert.

Der HbA<sub>1c</sub>-Wert gibt Auskunft über die langfristige Blutzuckersituation bei Diabetikern und wird auch „Blutglukosegedächtnis“ (Hürter et al., 2005, S. 245) genannt. Mit diesem Test wird die Konzentration des glykosylierten Hämoglobins im Blut gemessen. Die Glykosylierung eines Hämoglobinmoleküls (HbA<sub>2</sub>) geschieht, wenn sich β-D-Glukose-Moleküle an HbA<sub>2</sub> binden. Kurzfristige Hyperglykämien können die Konzentration von stabilem HbA<sub>1c</sub> nicht oder nur wenig beeinflussen, was bedeutet, dass kurzfristige Blutglukosespitzen längerfristig nicht erfasst werden. Der Wert gilt als wichtiger und zuverlässiger Parameter für die objektive Beurteilung der Qualität der Glukosestoffwechseleinstellung über eine Zeit von 6-8 Wochen (Hürter et al., 2005).

Personen ohne Diabetes mellitus haben einen HbA<sub>1c</sub>-Wert von 4-6.1%, bei Diabetikern liegt der Wert je nach Blutzuckereinstellung meist über 6.5%. Seit kurzer Zeit wird der HbA<sub>1c</sub>-Wert auch als Diagnoseinstrument verwendet (AGLA, 2010).

Für den HbA<sub>1c</sub>-Wert betonen Zorn und Ollenschläger (1999) eine hohe Validität und Reliabilität.

„Die Ausprägung des HbA<sub>1c</sub>-Werts als Mass für die Glykosylierung des Hämoglobins erlaubt die retrospektive Beurteilung der Blutglukosekonzentration eines Patienten für die Zeit von etwa 3 Monaten. Die Validität ist hoch, da der Anteil der glykosylierten Proteine gut mit der Zuckerkonzentration im Blut korreliert. Die Reliabilität von HbA<sub>1c</sub>-Werten ist unter der Voraussetzung standardisierter Bestimmungsmethoden mit geeichten Analyseninstrumenten ebenfalls hoch.“ (Zorn et al., 1999, S.125)

### 2.9.1 HbA<sub>1c</sub> als Risikofaktor für diabetische Folgeerkrankungen

Nordwall, Arnqvist, Bojestig und Ludvigsson (2008) haben in einer Studie den Zusammenhang zwischen diabetischen Komplikationen (Retinopathie und Nephropathie) und den möglichen Risikofaktoren untersucht. Sie kamen zum Schluss, dass die Dauer von Diabetes mellitus Typ 1, vor allem aber ein erhöhter HbA<sub>1c</sub>-Wert die einzig signifikanten Risikofaktoren für die diabetische Retinopathie (HbA<sub>1c</sub> > 8.6%) und Nephropathie (HbA<sub>1c</sub> > 9.6%) sind. So kommen Nordwall et al. (2008) zum Schluss, dass schlechte glykämische Kontrolle der wichtigste Risikofaktor ist, mikrovasculäre Folgeerkrankungen zu erleiden.

Auf ähnliche Ergebnisse sind Svensson, Eriksson und Dailquist (2004) gekommen. Sie untersuchten die Auswirkung der frühen glykämischen Kontrollen bei Kindern mit Diabetes mellitus Typ 1 auf die Entstehung von mikrovaskulären Folgeerkrankungen (Nephropathie und Retinopathie). Sie kamen zu dem Erkenntnis, dass schlechte glykämische Kontrolle (gemessen am HbA<sub>1c</sub>-Wert) in den ersten fünf Jahren der Erkrankung, das Auftreten von mikrovaskulären Folgeerkrankungen beschleunigt.

Diese Aussagen unterstützen die Studie von Downie et al. (2011). Sie untersuchten die Risikofaktoren für mikrovaskuläre Erkrankungen bei Jugendlichen mit Diabetes mellitus Typ 1. Auch sie fanden einen Zusammenhang zwischen einem erhöhten HbA<sub>1c</sub>-Wert und dem Auftreten von Retinopathien.

Den Zusammenhang zwischen kardiovaskulären Erkrankungen und intensiver Diabetesbehandlung untersuchte Engl (2005). Die Resultate der Studie unterstreichen den prädiktiven Wert eines niedrigen HbA<sub>1c</sub>-Wertes auf das Auftreten von kardiovaskulären Risikofaktoren.

Auf vergleichbare Ergebnisse sind Margeirsdottir, Larsen, Brunborg, Øverby und Dahl-Jørgensen (2008) gekommen. Der häufigste genannte kardiovaskuläre Risikofaktor von Kindern und Jugendlichen mit Diabetes mellitus Typ 1 war ein erhöhter HbA<sub>1c</sub>-Wert.

Diese Aussagen werden von Steigleder-Schweiger et al. (2011) unterstützt. Sie haben in einer Studie herausgefunden, dass der häufigste Risikofaktor für kardiovaskuläre Erkrankungen bei 60.6 % der Kinder mit Diabetes mellitus Typ 1 ein erhöhter HbA<sub>1c</sub>-Wert war. Ein überhöhter Blutzuckerwert wurde bei einem HbA<sub>1c</sub>-Wert von > 7.5% angedeutet.

Gestützt auf die oben erwähnten Studien kann ein erhöhter HbA<sub>1c</sub>-Wert als Risikofaktor für diabetische Folgeerkrankungen bezeichnet werden.

## **2.10 Akuteller Forschungsstand**

Die Meinung über den Effekt von körperlicher Aktivität bei Kindern und Jugendlichen auf den HbA<sub>1c</sub>-Wert wird kontrovers diskutiert. Verschiedene Studien sprechen für einen positiven Effekt von körperlicher Aktivität auf die glykämische/ metabolische Kontrolle. Ludvigsson (1980) wies in einer grossen Kohortenstudie nach, dass die Mehrheit der Kinder, die regelmässig körperlich aktiv sind, eine gute metabolische

Kontrolle aufwiesen. Zu einem klareren Ergebnis sind Campaigne, Gilliam, Spencer, Lampman und Schork (1984) gekommen. Sie konnten nachweisen, dass der HbA<sub>1c</sub>-Wert und der Nüchternblutzuckerwert bei körperlich aktiven Kindern signifikant sanken, im Gegensatz zu der inaktiven Kontrollgruppe. Sie empfehlen regelmässigen und hochfrequenten Sport für eine verbesserte metabolische Kontrolle und verbesserte körperliche Fitness.

Zu vergleichbaren Ergebnissen sind auch Valerio et al. (2005) gekommen. Sie postulieren, dass bei körperlich aktiven Typ-1-Diabetikern weniger Kinder und Jugendliche mit einer schlechten glykämischen Kontrolle vorkommen. Herbst, Bachran, Kapellen und Holl (2006) nennen regelmässige körperliche Aktivität als den wichtigsten Faktor, der den HbA<sub>1c</sub>-Wert beeinflusst. Ein reduzierter HbA<sub>1c</sub>-Wert bei körperlich aktiven Kindern konnten Herbst, Kordonouri, Schwab, Schmidt und Holl (2007) ebenfalls nachweisen. Sie assoziieren zunehmende körperliche Aktivität mit einem positiven Nutzen für kardiovaskuläre Risikofaktoren, einem tieferen Lipoprofil, einem tieferen Blutdruck und besserer Blutzuckereinstellung. Ähnliche Ergebnisse zeigt die Studie von Michalyszyn, Shaibi, Quinn, Fritschi und Faulkner (2009). Sie fanden heraus, dass gute körperliche Fitness in Kombination mit einer fettarmen Ernährung zu einer verbesserten metabolischen Kontrolle führt.

In einer Studie von Ruzic, Sporis und Matkovic (2008) konnte zwar ein positiver Effekt von körperlicher Aktivität auf die glykämische Kontrolle aufgezeigt werden, doch sie konnten keine Langzeitwirkung nachweisen. Salem et al. (2010) fanden einen Zusammenhang von körperlicher Aktivität und einer verbesserten glykämischen Kontrolle bei Jugendlichen mit Diabetes mellitus Typ 1. Aouadi et al. (2011) stellten eine signifikante Verbesserung des HbA<sub>1c</sub>-Wertes nach sechs Monaten körperlicher Aktivität fest im Vergleich zu den Anfangsdaten.

Zu widersprüchlichen Aussagen kommen Selam, Casassus, Bruzzo, Leroy und Salma (1992). Sie sprechen gegen den Effekt von körperlicher Aktivität und einer verbesserten glykämischen Kontrolle. Auch Wong, Chiang, Wai, Lo, Yeh, Chung und Chang (2011) fanden keinen Zusammenhang zwischen körperlicher Aktivität und verbessertem HbA<sub>1c</sub>-Wert. Ebenfalls gegen die Wirkung von Sport für einen verbesserten HbA<sub>1c</sub>-Wert spricht die Studie von D'hooge et al. (2011).

Auch die Meinungen der Fachpersonen in der Schweiz sind umstritten. Dr. Peter Wiesli von der Diabetologie im Kantonsspital Frauenfeld spricht sich für den positiven Effekt von körperlicher Aktivität bei Diabetes mellitus Typ 1 aus. Aus seiner Sicht werden vor allem die Insulinsensitivität, die Verbesserung der kardiovaskulären Risikofaktoren und die körperlichen Leistungsfähigkeit positiv beeinflusst (schriftliches Interview, Februar 2012).

Diese Aussage unterstützt Elsbeth Link, Pflegefachfrau und Diabetesberaterin. Sie sieht den positiven Effekt vor allem im psychischen Wohlbefinden, aber auch in der Reduktion der Insulinmenge (schriftliches Interview, März, 2012). Ebenso äussert sich Astrid Castelberg, Diabetesberaterin der Ostschweizer Diabetes Gesellschaft Weinfelden (schriftliches Interview, März 2012). Sie verbindet körperliche Aktivität bei Kindern und Jugendlichen mit Diabetes mellitus Typ 1 vor allem mit der Abnahme des Insulinbedarfs. Zusätzlich sagt sie, dass mit dieser Art von Therapie die Akzeptanz und der Umgang mit der Krankheit gefördert werden kann. Auch Mike Dähler von der Ostschweizer Diabetes Gesellschaft St.Gallen beobachtet einen positiven Effekt von körperlicher Aktivität auf Diabetes mellitus Typ 1 (schriftliches Interview, März 2012). Er betont, dass vor allem der Umgang mit der Krankheit und der soziale Aspekt der Krankheit gefördert werden. Körperlich aktive Jugendliche bräuchten zudem weniger Insulin.

Gegen den positiven Effekt von körperlicher Aktivität spricht hingegen die Aussage von Prof. Dr. med. Schoenle von der pädiatrischen Endokrinologie und Diabetologie des Universitäts-Kinderspitals Zürich (schriftliches Interview, März 2012). Er ist nicht der Meinung, dass sich der Diabetes dadurch verändern lässt und körperliche Aktivität somit auch keine Therapieform sei. Er nennt den Insulin-Ersatz als einzige Therapie von Diabetes mellitus Typ 1.

### 3 Methodik

Bei der vorliegenden Bachelorarbeit handelt es sich um eine Literaturrecherchearbeit. Die Arbeit bindet sich an die Richtlinien und Vorgaben und an den „Leitfaden Bachelorarbeit“ der Zürcher Hochschule für angewandte Wissenschaften (zhaw).

#### 3.1 Literaturrecherche

Die Recherche für relevante und themenbezogene Literatur erfolgte von November 2011 bis März 2012. Dazu wurden die Datenbanken Medline via OvidSP, CHINHAL, PEDro, Pubmed und Cochrane Library verwendet.

##### 3.1.1 Schlagwörter

Mit den folgenden Schlagwörtern wurde gesucht:

Tabelle 4. Keywords und deutsche Übersetzung nach Oxford Reference Online Premium (2012) und dict.cc (n.d.)

<b>diabetes mellitus</b>	Diabetes mellitus
<b>type 1 diabetes mellitus</b>	Diabetes mellitus Typ 1
<b>physical activity</b>	körperliche Aktivität
<b>physical exercise</b>	körperliche Übung
<b>paediatric</b>	pädiatrisch
<b>adolescent</b>	heranwachsend/ jugendlich
<b>glycemic control</b>	glykämische Kontrolle
<b>metabolic control</b>	Stoffwechselkontrolle

Die Schlagwörter wurden mit AND oder OR („physical exercise“ OR „physical activity“/ „metabolic control“ OR „glycemic control“/ „pediatric“ OR „adolescent“) kombiniert.

Um das Krankheitsbild auf Diabetes mellitus Typ 1 zu beschränken, wurde dieses Schlagwort zudem mit NOT „type 2 diabetes mellitus“ begrenzt.

Damit ein möglichst breites Spektrum an Studien herbei gezogen werden konnte, wurden bei gefundenen Reviews und älteren Studien auf „zitierende Artikel“ oder „ähnliche Resultate“ zurückgegriffen.

### 3.1.2 Einschlusskriterien

Um die gefundene Menge an Studien herunter zu brechen, wurden nur Studien mit folgenden Kriterien eingeschlossen:

- ab 2008 bis jetzt
- Teilnehmer: Kinder und Jugendliche bis 20 Jahre mit Diabetes mellitus Typ 1
- Intervention: körperliche Aktivität oder Trainingsprogramm
- primäres Outcome: glykämische Kontrolle, gemessen am HbA<sub>1c</sub>-Wert
- quantitative Studien

Aufgrund der oben genannten Kriterien wurden folgende vier Studien zur Beantwortung der Fragestellung verwendet.

Tabelle 5. ausgewählte Studien und deren Ziele

Titel	Autor	Jahr	Ziel
High volume-low intensity exercise camp an glycemic control in diabetic children	Ruzic, L., Sporis, G., Matkovic, B.R.	2008	Evaluierung des Effektes eines gestalteten Trainingsprogramms in einem zwei wöchigen Lager auf die glykämische Kontrolle bei diabetischen Kindern
Is exercise a therapeutic tool for improvement of cardiovascular risk factors in adolescents with type 1 diabetes mellitus? A randomised controlled trial	Salem, M.A., AboElAsar, M.A., Elbarbary, N.S., ElHia-ly, R.A., Refaat, Y.M.	2010	Evaluierung des Einflusses eines sechsmonatigen Trainingsprogramm auf glykämische Kontrolle, Plasmalipid-Werte, Blutdruck, Schweregrad und Häufigkeit von Hypoglykämien, Körperbaumerkmale und Insulindosis
Aerobic training programmes and glycemic control in diabetic children in relation to exercise frequency	Aouadi, R., Khlifa, R., Aouidet, A., Mansour, A.B., Ben Rayana, M.C., Mdini, F., Bahri, S., Stratton, G.	2011	Evaluierung des Effektes von aerobem Training auf die glykämische Kontrolle und das Lipidprofil
Influence of combined aerobic and resistance training on metabolic control, cardiovascular fitness and quality of life in adolescents with type 1 diabetes: a randomized controlled trial	D'hooge, R., Hellinckx, T., Van Laethem, C., Stegen, S., De Schepper, J., Van Aken, S., Dewolf, D., Calders, P.	2011	Evaluierung des Effektes von kombiniertem Training auf die metabolische Kontrolle, körperliche Fitness und Lebensqualität bei Jugendlichen mit diabetes mellitus typ 1

Studien und Reviews, welche ebenfalls einen Zusammenhang mit der Thematik haben, aber nicht für die Auseinandersetzung gebraucht wurden, wurden für den theoretischen Hintergrund oder den aktuellen Wissensstand genutzt. Zusätzlich wurde Fachliteratur aus verschiedenen Bibliotheken herbeigezogen. Um die Sichtweise verschiedener Fachpersonen auf die Thematik zu erhalten, hat sich die Autorin mit-



tels eines kurzen Fragebogens an solche gewandt (Anhang F: Fragebogen und Antworten).

### **3.2 Vorgehen zur Bewertung von Studien**

Alle ausgewählten Studien sind quantitativ. Als Grundlage für die Bewertung der Studien diente das „Formular zur kritischen Besprechung quantitativer Studien“ (Law, M., Stewart, D., Pollock, N., Letts, L., Bosch, J., Westmorland, M., 1998). Um die Bewertungen miteinander vergleichen zu können, wurde anhand von „Anleitung zum Formular für eine kritische Besprechung quantitativer Studien“ von Law et al. (1998) eine Punkteverteilung zusammengestellt (Anhang E: Erläuterung zur Studienanalyse). Maximal können 47 Punkte verteilt werden. Zu jeder Studie wurde ein Bewertungsbogen ausgefüllt, welcher im Anhang (Anhang D: Studienanalysen) zu finden ist.

Alle Studien wurden zusätzlich auf ihre BIAS untersucht und in einer Tabelle (Tabelle 7. Übersicht BIAS) dargestellt. Die Kriterien setzen sich aus den PEDro-Kriterien (1999) und Anhaltspunkten aus der „Anleitung zum Formular für eine kritische Besprechung quantitativer Studien“ von Law et al. (1998) zusammen.

Die Bewertungsformulare dienen als Grundlage für die kritische Diskussion der Studien.

## 4 Ergebnisse der Studien

Genaue Zusammenfassungen der Studien sind im Anhang (Anhang C: Zusammenfassung der Studien) zu finden. Eine Übersicht der ausgewerteten Studien bietet die Tabelle 6. Studienübersicht. In den folgenden Kapiteln werden die verschiedenen Outcomes der Studien zusammengetragen.

### 4.1 Einfluss auf die glykämische Kontrolle

In allen Studien wird die glykämische Kontrolle anhand des HbA<sub>1c</sub>-Wertes, dem sogenannten „Blutglukosegedächtnis“ (Hürter et al., 2005, S. 245) gemessen. Ruzic et al. (2008), Salem et al. (2010) und Aouadi et al. (2011) finden einen signifikanten Zusammenhang zwischen körperlicher Aktivität und der Verbesserung des HbA<sub>1c</sub>-Wertes.

Ruzic et al. (2008) kann den Effekt von körperlicher Aktivität, in Form eines 15-tägigen Sommerlagers mit täglich vier Stunden sportlicher Betätigung, über kurze Zeit aufzeigen. Zehn Tage nach dem Lager sind signifikant bessere HbA<sub>1c</sub>-Werte zu beobachten ( $p=0.023$ ). Der Langzeiteffekt zwei Monate nach dem Lager bleibt aber aus. Ruzic et al. (2008) beobachten zudem in allen Messungen bei Mädchen allgemein eine bessere Diabeteskontrolle als bei Knaben. Salem et al. (2010) zeigen in ihrer Studie ebenfalls einen Zusammenhang zwischen körperlicher Aktivität und der glykämischen Kontrolle. Die Interventionsgruppen, welche entweder ein Mal oder drei Mal pro Woche einem geleiteten Trainingsprogramm beiwohnten, zeigen eine signifikante Verbesserung des HbA<sub>1c</sub>-Wertes auf ( $p=0.03$ ;  $p=0.01$ ). Dabei zeigt sich eine bessere glykämische Kontrolle bei den Teilnehmern, welche drei Mal pro Woche körperliche aktiv waren. Auch Aouadi et al. (2011) weisen in ihrer Studie einen Zusammenhang zwischen körperlicher Aktivität und der glykämischen Kontrolle auf. Sie können jedoch nur eine signifikante Verbesserung des HbA<sub>1c</sub>-Wertes bei den Teilnehmern aufzeigen, welche vier Mal pro Woche körperlich aktiv waren ( $p<0.05$ ). In den Messungen nach drei Monaten, sprich in der Mitte der Trainingszeit, war keine Signifikanz aufzuweisen. Der HbA<sub>1c</sub>-Werte in dieser Trainingsgruppe zeigte jedoch die Tendenz zu sinken. Dieselbe Gruppe zeigt in den Messungen nach dem sechsmonatigen Trainingsprogramm eine signifikante Verbesserung der glykämischen

Kontrolle im Vergleich zu den Anfangsmessungen und der weniger aktiven Interventionsgruppe ( $p < 0.05$ ). Einzig D'hooge et al. (2011) fanden in ihrer Studie keinen Zusammenhang zwischen einem 20-wöchigen Trainingsprogramm und einer verbesserten glykämischen Kontrolle ( $p > 0.05$ ).

#### **4.2 Einfluss auf den Nüchternblutzucker**

Auch der Nüchternblutzucker kann durch körperliche Aktivität beeinflusst werden. Dies zeigt die Studie von Ruzic et al. (2008). Die Werte des ersten Tages verglichen mit den Werten des vierzehnten Tages des Sommerlagers zeigt eine signifikante Verbesserung der täglichen Blutzuckerwerte ( $p < 0.05$ ).

#### **4.3 Einfluss auf die Insulindosis und Insulininjektion**

Sowohl Salem et al (2010) als auch Aouadi et al. (2011) und D'hooge et al. (2011) zeigen einen Zusammenhang zwischen körperlicher Aktivität und der Insulindosis beziehungsweise der Anzahl Insulininjektionen. Salem et al. (2010) finden einen signifikanten Rückgang der täglichen Insulindosis in beiden Interventionsgruppen ( $p = 0.002$ ;  $p = 0.00$ ). Auch D'hooge et al. (2011) stellen eine signifikante Verringerung der täglichen Insulindosis bei der Interventionsgruppe fest ( $p < 0.05$ ). In der Kontrollgruppe wurde ein signifikanter Anstieg der Insulindosis festgestellt ( $p < 0.05$ ). Bei einigen Teilnehmern in der Studie von Aouadi et al. (2011) ist eine Senkung der Insulindosis und eine Reduktion der Injektionen festzustellen. Davon sind mehr Teilnehmer der häufiger aktiven Interventionsgruppe betroffen.

#### **4.4 Einfluss auf die körperliche Fitness**

Den Einfluss auf die körperliche Fitness wurde nur von D'hooge et al. (2011) untersucht. In der Interventionsgruppe ist eine signifikante Verbesserung der Kraft festzustellen ( $p < 0.05$ ). Im Bereich der Ausdauerfähigkeit findet keine signifikante Verbesserung statt, wobei aber der maximale Sauerstoffverbrauch bei der Interventionsgruppe im Vergleich zu der Kontrollgruppe signifikant zurückgeht ( $p < 0.05$ ).

#### **4.5 Einfluss auf das Lipoprofil**

Den Einfluss von körperlicher Aktivität auf das Lipoprofil der Teilnehmer haben Salem et al. (2010), Aouadi et al. (2011) und D'hooge et al. (2011) untersucht. Die Teilnehmer der Studie von Salem et al. (2010) weisen eine signifikante Verbesserung des Lipoprofils nach der Trainingsphase vor. In beiden Interventionsgruppen kann eine Verringerung von LDL-c, Triglycerin und Cholesterin festgestellt werden, ebenso wie eine Erhöhung des HDL-c ( $p=0.01$ ;  $p=0.001$ ). In dieser Studie ist das Lipoprofil der am meisten beeinflusste Faktor durch körperliche Aktivität. Auch die Teilnehmer der Studie von Aouadi et al. (2011) verbessern ihr Lipoprofil signifikant ( $p<0.05$ ;  $p<0.01$ ). Eine deutliche Verbesserung ist aber erst nach sechs, nicht schon nach drei Monaten festzustellen. Nach drei Monaten sinkt in der Gruppe 1 nur der Triglycerinwert, in der Gruppe 2 steigt zusätzlich der HDL-c-Wert an. Nach sechs Monaten ist in der Gruppe 1 auch ein Anstieg des HDL-c festzustellen. In der Gruppe 2 verbessert sich zudem der LDL-c-Wert. Somit ist die Verbesserung des Lipoprofils in der häufiger aktiven Interventionsgruppe deutlich sichtbar.

In der Studie von D'hooge et al. (2011) wird eine Aussage über das Körperfett im Verhältnis zur fettfreien Masse gemacht. Diese Werte ändern sich aber nach der Trainingsphase weder in der Interventions- noch in der Kontrollgruppe.

#### **4.6 Einfluss auf den Körperbau**

In den Studien von Salem et al. (2010), Aouadi et al. (2011) und D'hooge et al. (2011) wurde der Einfluss von körperlicher Aktivität auf den Körperbau beurteilt. Weder in der Studie von Aouadi et al. (2011) noch in der von D'hooge et al. (2011) kann eine signifikante Veränderung des Körperbaus in Bezug auf Gewicht, BMI (Body Mass Index) oder Taillenumfang gemacht werden. Einzig in der Studie von Salem et al. (2010) kann nach der Trainingsperiode in beiden Interventionsgruppen eine signifikante Abnahme des BMI, des Gewichts und des Taillenumfangs beobachtet werden ( $p=0.001$ ,  $p=0.001$ ;  $p=0.05$ ;  $p=0.000$ ). In der Kontrollgruppe ist eine signifikante Gewichtszunahme ( $p=0.03$ ) festzustellen.

#### **4.7 Einfluss auf die Lebensqualität**

D'hooge et al. (2011) stellen als einzige den Bezug zwischen körperlicher Aktivität und der Lebensqualität her. Es kann zwar keine signifikante Aussage gemacht werden, jedoch ist in der Interventionsgruppe eine deutliche Verbesserung in den Kategorien allgemeine Gesundheit, emotionale Rollenfunktion und Vitalität festzustellen.

#### **4.8 Einfluss auf hypoglykämische Vorfälle**

Laut Salem et al. (2010) ist ein Grund für die Inaktivität von Typ-1-Diabetiker deren Angst vor hypoglykämischen Vorfällen. Sie stellen jedoch fest, dass sich die Häufigkeit von hypoglykämischen Vorfällen in der Interventions- und Kontrollgruppe nicht signifikant unterscheiden ( $p=0.888$ ).

#### **4.9 Vergleich der Interventionen**

Die Studien sind sich in Bezug auf die Art der Interventionen ähnlich. Salem et al. (2010), Aouadi et al. (2011) und D'hooge et al. (2011) führen mit den Teilnehmern ein 60-70 minütiges Trainingsprogramm durch. Dabei liegt die Ausdauerintensität zwischen 50-85% Hfmax, was laut der American Diabetes Association (2002) einer moderaten bis hohen Intensität entspricht. Einzig in der Studie von Ruzic et al. (2008) sind die Teilnehmer in einer höheren Intensität aktiv. Die Jugendlichen betätigen sich täglich während 15 Tagen vier Stunden in drei Trainingseinheiten. Die grösste Kongruenz bezüglich der Trainingseinheiten weisen die Studien von Salem et al. (2010) und D'hooge et al. (2011) auf. Beide Trainingsprogramme sind 70 Minuten lang und beinhalten sowohl Ausdauer als auch Kraftübungen für die untere und obere Extremität. In beiden Fällen handelt es sich um insgesamt 30 Minuten Ausdauerübung auf dem Fahrradergometer, Laufband oder Crosstrainer. In der Studie von D'hooge et al. (2011) sind es jeweils zehn Minuten auf jedem Gerät am Schluss der Trainingseinheit (60-75% Hfmax). Im Trainingsprogramm der Studie von Salem et al. (2010) wird die Ausdauerinheit am Anfang durchgeführt. Die Teilnehmer betätigen sich während 20 Minuten entweder auf dem Fahrradergometer oder dem Laufband (65-85% Hfmax), inklusive fünf Minuten Warm-up und Cooling-down. Zusätzlich zu der Ausdauerinheit trainieren die Teilnehmer die Kraft der oberen und unteren Extremität sowie der Rumpfmuskulatur. Die Intensität wird anhand des Ein-

Repetitionsmaximums berechnet. In der Studie von D'hooge et al. (2011) wird mit weniger Gewicht und mehr Repetitionen trainiert als bei Salem et al. (2010). Ein weiterer Unterschied ist im Verhältnis der trainierten Körperabschnitte zu sehen: Während im Trainingsprogramm von D'hooge et al. (2011) ein Ausgleich zwischen oberer und unterer Extremität und dem Rumpf vorhanden ist, wird bei Salem et al. (2010) vorwiegend die untere Extremität trainiert. Zusätzlich beinhaltet das Trainingsprogramm von Salem et al. (2010) Dehnungs- Gleichgewichts- und Koordinationsübungen und eine kurze anaerobe Trainingseinheit von 85-95% Hfmax.

In der Studie von Aouadi et al. (2011) sind die Teilnehmer während der ganzen Trainingseinheit über 40-50 Minuten im aeroben Ausdauerbereich tätig, inklusive 10-15 Minuten Warm-up und Cooling-down. Dabei wird nicht genau beschrieben, welcher Art von Aktivität nachgegangen wird. Die Intensität steigert sich von 50-55% Hfmax auf 60-65% Hfmax und ist somit das Programm mit der kleinsten Intensität. Auch im Trainingsprogramm von Ruzic et al. (2008) sind keine spezifischen Kraftübungen beschrieben. Die Teilnehmer des Sommerlagers befolgen vorwiegend spielerische Trainings wie Kontrakt- und Ballsportarten und Aktivitäten im Wasser für zwei Stunden am Nachmittag. Am Morgen und am Abend sind sie jeweils für eine Stunde im Ausdauerbereich auf dem Fahrrandergometer oder in Form von Walking aktiv oder befolgen Pilates- und Dehnübungen. Die Intensität variiert zwischen 50% und 80% Hfmax.

In den Studien von Salem et al. (2010), Aouadi et al. (2011) und D'hooge et al. (2011) sind sich die Kontrollgruppen in deren Aktivität homogen: sie erhalten den Auftrag, ihren gewohnten körperlichen Aktivitäten nachzugehen. Die Kontrollgruppe entfällt in der Studie von Ruzic et al. (2008).

## 4.10 Übersicht der Studien

Tabelle 6. Studienübersicht

Autor/ Studien-titel	Jahr	Design	Sample	Intervention	Dauer (Intervention)	Messungen	Resultate HbA <sub>1c</sub> -Wert	Resultate andere Out-comes	Punkte
Ruzic et al.  High volume-low intensity exercise camp and glyemic control in diabetic children	2008	Vorher-Nachher Design	n= 20 Alter: 9-16 Jahre, ♂ + ♀	<b>Sommerlager täglich 4 Stunden körperliche Aktivität (wenig bis moderate Intensität)</b> Diätplan	15 Tage	<ul style="list-style-type: none"> <li>• vor dem Lager</li> <li>• Blutzuckermessungen täglich vor jedem Essen und vor dem Schlafen</li> <li>• 10 Tage nach dem Lager</li> <li>• 2 Monate nach dem Lager</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• signifikante <b>Verbesserung des HbA<sub>1c</sub>-Wertes</b> zehn Tage nach dem Lager (p=0.023)</li> <li>• <b>Anstieg des HbA<sub>1c</sub>-Wertes</b> auf Ausgangswert zwei Monate nach Lager (p=0.029)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• signifikante Verbesserung des täglichen Blutzuckerwertes (1. Und 14. Tag im Vergleich) (p &lt; 0.05)</li> <li>• Knaben schlechtere Kontrolle als Mädchen</li> </ul>	25/47
Salem et al.  Is exercise a therapeutic tool for improvement cardiovascular risk factors in adolescents with type 1 diabetes mellitus? A randomised controlled trial	2010	Randomized controlled trial	n=196 Alter: 12-18 Jahre, ♂ + ♀	<b>Interventionsgruppe</b> GB: 1 Mal pro Woche GC: 3 Mal pro Woche  <b>70 minütiges Trainingsprogramm</b> <b>aerobe und anaerobe Ausdauer (Velo oder Laufband), Kraft (UE und Rumpf), Dehnen und Gleichgewicht</b>  <b>Kontrollgruppe (KG)</b> kein geleitetes Training, gehen ihren gewohnten körperlichen Aktivitäten nach	6 Monate	<ul style="list-style-type: none"> <li>• vor der Randomisierung</li> <li>• 1-14 Tag vor Interventionsstart</li> <li>• tägliche Blutzuckermessung: vor, 6, 12 und 18 Stunden nach dem Training</li> <li>• 6 Monate</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• signifikante <b>Verbesserung des HbA<sub>1c</sub>-Wertes</b> in GB (p=0.03) und GC (p=0.01)</li> <li>• <b>signifikant bessere HbA<sub>1c</sub>-Werte</b> in GC als in GB (p=0.03&gt;p=0.01)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• signifikanter Rückgang der Insulindosis in GB (p=0.002) und GC (p=0.00)</li> <li>• signifikante Verbesserung des Lipoprofils (LDL-c, TG, Cholesterin↓, HDL-c↑) in GB (p=0.01) und GC (p=0.001)</li> <li>• signifikante Gewichtszunahme in der KG (p=0.03)</li> <li>• signifikanter Abnahme BMI + Gewicht GB (p=0.001;p=0.001)= und GC (p=0.05; p=0.000)</li> <li>• signifikante Abnahme Taillenumfang Gruppe B (p=0.02) und C (p=0.00)</li> <li>• kein signifikanter Unterschied von hypoglykämischen Vorfällen in der Interventions- und Kontrollgruppe (p=0.888)</li> </ul>	38/47

Autor/ Studientitel	Jahr	Design	Sample	Intervention	Dauer (Intervention)	Messungen	Resultate HbA <sub>1c</sub> -Wert	Resultate andere Outcomes	Punkte
Aouadi et al.  Aerobic training programs and glycemic control in diabetic children in relation to exercise frequency	2011	randomized controlled trial	n= 33 Alter: 12-14 Jahre, ♂	Interventionsgruppe G1: 2Mal pro Woche  G2: 4 Mal pro Woche  <b>60 minütiges aerobes Trainingsprogramm</b>  <i>Kontrollgruppe</i> kein geleitetes Training, gehen ihren gewohnten körperlichen Aktivitäten nach	6 Monate	<ul style="list-style-type: none"> <li>zu Beginn</li> <li>vor und nach jeder Trainingseinheit</li> <li>nach 3 Monaten</li> <li>nach 6 Monaten (am Ende)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>signifikanter <b>Unterschied des HbA<sub>1c</sub>-Wertes</b> zwischen G1 und G2 nach sechs Monaten (p&lt;0.05)</li> <li>signifikanter <b>Unterschied des HbA<sub>1c</sub>-Wertes</b> bei G2 zwischen Anfangsmessungen und sechs Monaten (p&lt;0.05)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Signifikante Verbesserung des Lipoprofils in G1 (3 Monate: TG↓ p&lt;0.05; 6 Monate HDL-c ↑, TG↓ p&lt;0.01) und G2 (3 Monate: HDL-c↑ p&lt;0.05 TG↓ p&lt;0.01; 6 Monate HDL-c↑, TG↓, LDL-c↓ p&lt;0.01)</li> <li>Senkung der Insulindosis und Insulin und der Anzahl Injektionen bei einzelnen Teilnehmern aus G1 und G2</li> <li>keine signifikanten Veränderungen in Bezug auf Körperbau</li> </ul>	35/47
D'hooge et al.  Influence of combined aerobic and resistance training on metabolic control, cardiovascular fitness and quality of life in adolescents with type 1 diabetes: a randomized controlled trial	2011	randomized controlled trial	n= 16 Alter: 10-18 Jahre, ♂ + ♀	Interventionsgruppe (IG) 2 Mal pro Woche:  <b>70 minütiges Trainingsprogramm mit Ausdauer (Velofahren, Rennen, Stepper) und Kraft (OE, UE, Rumpf)</b>  <i>Kontrollgruppe</i> kein geleitetes Training, gehen ihren gewohnten körperlichen Aktivitäten nach	20 Wochen	<ul style="list-style-type: none"> <li>vor dem Trainingsprogramm</li> <li>Blutzuckerüberwachung vor und nach jedem Training</li> <li>nach 20 Wochen (am Ende)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Kein signifikanter Unterschied bezüglich des HbA<sub>1c</sub>-Wertes (p&gt;0.05)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>signifikante Verringerung der tägliche Insulindosis in der IG (p&lt;0.05)</li> <li>signifikante Verbesserung der körperlichen Fitness in der IG (p&lt;0.05)</li> <li>kein signifikanter Unterschied bezüglich: Nüchternblutzucker, Gewicht, BMI, Taillenumfang und Körperfett</li> <li>keine signifikante aber deutliche Verbesserung der Lebensqualität (allg. Gesundheit, emot. Rollenfunktion, Vitalität)</li> </ul>	36/47



## 5 Diskussion

### 5.1 kritische Diskussion der Studien

Die Resultate der vier ausgewählten Studien dienen als Grundlage für die Beantwortung der Fragestellung. Deshalb wurden die Studien anhand der ausgewählten Bewertungssysteme analysiert und im folgenden Abschnitt auf ihre Güte diskutiert. Die kritische Diskussion der Studien basiert auf der Bewertung nach Law et al. (1998), welche detailliert im Anhang zu finden ist. Eine weitere Grundlage bietet die Tabelle 7. Übersicht BIAS, in welcher mögliche Ursachen für die Verfälschung der Resultate aufgelistet sind.

Aussagen über den Effekt von körperlicher Aktivität können gemacht werden, die Resultate sollen jedoch mit Vorsicht betrachtet werden.

#### 5.1.1 Ruzic et al. (2008)

In der Bewertung nach Law et al. (1998) erreicht die Studie von Ruzic et al. (2008) 25/47 Punkte, in der Bewertung der BIAS (Tabelle 7) 5/13 Punkte.

Im Unterschied zu den anderen Studien, untersuchen Ruzic et al. (2008) den Effekt von körperlicher Aktivität bei Kindern und Jugendlichen mit Diabetes mellitus Typ 1 in einem Vorher-Nachher-Design. Somit entfällt eine Kontrollgruppe, was die Aussage über die Wirkung der Intervention in Grenzen hält. In Bezug auf die Stichprobe verlieren Ruzic et al. (2008) einige Punkte. Die Stichprobengröße ist mit  $n=20$  sehr klein, die Normalverteilung wurde aber im Voraus getestet. Sie machen jedoch keine Angaben über die Geschlechterverteilung in der Stichprobe. Dies erschwert eine generalisierbare Aussage über den Effekt von körperlicher Aktivität. Die Probanden sind zwischen neun und 16 Jahren alt, wodurch die Stichprobe mit den anderen Studien verglichen werden kann. Ruzic et al. (2008) verlieren einen weiteren Punkt in der Bewertung, da sie keine Angaben zur Vermeidung von Ko-Interventionen machen. Somit kann nicht ausgeschlossen werden, dass die Resultate durch eine medikamentöse Behandlung verfälscht werden. Ein weiterer negativer Punkt bezieht sich auf die Dauer und Art der Intervention. Die Probanden nehmen an einem 15-tägigen Sommerlager teil, in welchem sie täglich vier Stunden körperlich aktiv sind. Zudem befolgen sie einen strengen Diätplan. Somit ist diese Art von Intervention schwierig

auf den Alltag der Teilnehmer zu übertragen, das Setting ist sehr eng und strikt geplant. Inwiefern die Teilnehmer ausserhalb der Studienzeit aktiv sind, wird nicht beschrieben.

Als einzige der vier ausgewählten Studien führen Ruzic et al. (2008) eine Follow-up-Messung durch. Ein kurzzeitiger Effekt kann zwar nachgewiesen werden, der Langzeiteffekt bleibt jedoch aus. Es stellt sich die Frage, ob mit einer 15-tägigen Intervention die langfristige Blutzuckerkontrolle beeinflusst werden kann. Es erweist sich als schwierig, anhand der Resultate von Ruzic et al. (2008) eine generell gültige Aussage über den Effekt von körperlicher Aktivität bei Kindern und Jugendlichen mit Diabetes mellitus zu machen.

Aufgrund der genannten Schwachstellen der Studie werden die Resultate von Ruzic et al. (2008) nur mit Vorsicht in die Beantwortung der Fragestellung mit einbezogen.

#### 5.1.2 Salem et al. (2010)

In der Bewertung nach Law et al. (1998) erreicht die Studie von Salem et al. (2010) 38/47 Punkte, in der Bewertung der BIAS (Tabelle 7) 10/13 Punkte.

Salem et al. (2010) bewerten den Effekt von körperlicher Aktivität bei Kindern und Jugendlichen mit Diabetes mellitus Typ 1 anhand einer randomisierten kontrollierten Studie. Die Studie erleidet in Bezug auf die Stichprobe keinen Punkteverlust, die Vergleichbarkeit der Teilnehmer ist sehr hoch. Mit einer Stichprobengrösse von  $n=196$ , hat die Studie von Salem et al. (2010) am meisten Teilnehmer. Aus diesen Kriterien lässt sich die Annahme schliessen, dass die signifikanten Resultate von Salem et al. (2010) als valide gelten. In Bezug auf das Alter (12-18 Jahre) kann die Stichprobe mit den anderen Studien verglichen werden. Einen Punkt in der Bewertung verliert die Studie in Bezug auf die nicht erwähnte Vermeidung einer Kontamination mit einer anderen Behandlungsweise. In diesem Zusammenhang steht die Schwierigkeit der Überprüfung der Kontrollgruppe. Diese Teilnehmer haben den Auftrag, ihrer gewohnten körperlichen Aktivität nach zu gehen, wobei aber nicht überprüft werden kann, in welcher Intensität diese ausgeübt wird. Inwiefern die Teilnehmer ausserhalb der Studie körperlich aktiv sind, wird nicht berücksichtigt. Ebenso wird keine Verblindung der Messer erwähnt. Anhand dieser Kriterien kann die Verfälschung der Resultate nicht ausgeschlossen werden.

Weitere Pluspunkte erhält die Studie von Salem et al. (2010) dafür, dass Möglichkeiten von medikamentöser Ko-Intervention (Lipoprofil) beim Einschluss der Probanden eliminiert wurden. Positiv ist auch die Dauer der Intervention zu bewerten, welche in dieser Studie sechs Monate beträgt. In diesem Zeitraum ist es möglich, eine Veränderung des HbA<sub>1c</sub>-Wertes zu beobachten (Kapitel 2.10). Durch ein Fehlen von Follow-up-Messungen kann keine Aussage über den Langzeiteffekt der Studie gemacht werden. Dennoch gelten die Resultate von Salem et al. (2010) wegen der geringen Fehlerquellen als gültig und werden für die Beantwortung der Fragestellung miteinbezogen.

#### 5.1.3 Aouadi et al. (2011)

In der Bewertung nach Law et al. (1998) erreicht die Studie von Aouadi et al. (2011) 35/47 Punkte, in der Bewertung der BIAS (Tabelle 7) 8/13 Punkte.

Aouadi et al. (2011) bewerten den Effekt von körperlicher Aktivität bei Kindern und Jugendlichen mit Diabetes mellitus Typ 1 anhand einer randomisierten kontrollierten Studie. Dabei machen die Autoren keine Angaben zur Randomisierung der Gruppeneinteilung, sowie der Verblindung der Messer. In Bezug auf die Stichprobe verlieren Aouadi et al. (2011) in der Bewertung Punkte, da sie nur männliche Teilnehmer in die Studie miteinbeziehen. Bei einer Stichprobengrösse von n=11 pro Gruppe wurde im Voraus die Normalverteilung berechnet. Die Resultate gelten somit als valide. Innerhalb der Studie weisen die Gruppen eine grosse Vergleichbarkeit auf. Auch die Studie von Aouadi et al. (2011) kann mit einem Teilnehmeralter von 12-14 Jahren mit den anderen Studien verglichen werden. Eine Vermeidung von Kontaminierung mit einer anderen Behandlungsweise erwähnen Aouadi et al. (2011) nicht. Vor dem Beginn der Studie wurden die Teilnehmer zu ihren gewohnten körperlichen Aktivitäten befragt. Daraus resultierte, dass sich diese bis anhin in keinem organisierten Sportprogramm betätigten. Die Kontrollgruppe, welche den Auftrag hat, ihren gewohnten körperlichen Aktivitäten nachzugehen, kann in Bezug auf deren Intensität nicht überprüft werden. Eine Verfälschung der Resultate ist somit nicht auszuschliessen. Bei Ein- und Ausschluss in die Studie galten lipidsenkende Medikamente als Ausschlusskriterium, womit die Vermeidung einer Ko-Intervention gewährleistet ist. Ebenfalls positiv zu bewerten ist die Dauer der Intervention, welche sechs Monate

beträgt. In diesem Zeitraum ist es möglich, eine Veränderung des HbA<sub>1c</sub>-Wertes zu beobachten (Kapitel 2.10). Ein positiver Effekt von körperlicher Aktivität kann zwar kurzfristig nachgewiesen werden, der Langzeiteffekt wird aber mit einer Follow-up-Messung nicht überprüft.

Anhand der genannten Fehlerquellen können die Resultate von Aouadi et al. (2011) zur Kenntnis genommen werden, sollten aber zur Beantwortung der Fragestellung mit Vorsicht betrachtet werden.

#### 5.1.4 D'hooge et al. (2011)

In der Bewertung nach Law et al. (1998) erreicht die Studie von D'hooge et al. (2011) 36/47 Punkte, in der Bewertung der BIAS (Tabelle 7) 11/13 Punkte.

D'hooge et al. (2011) untersuchen den Effekt von körperlicher Aktivität bei Kindern und Jugendlichen mit Diabetes mellitus Typ 1 anhand einer randomisierten kontrollierten Studie. Sowohl die Randomisierung als auch die Verblindung der Messer sind gewährleistet. Ein einziger Punkteverlust erleidet die Studie von D'hooge et al.

(2011) aufgrund der geringen Stichprobengröße von n=16. Da die Resultate aber mit einem Wilcoxon-Test verglichen wurden, muss auch bei einer kleinen Stichprobengröße keine Normalverteilung vorausgesetzt sein. Somit ist die Validität der Resultate gewährleistet. Die Vergleichbarkeit der Stichprobe innerhalb der Studie sowie die Geschlechterverteilung werden in der Studie von D'hooge et al. (2011) als positiv bewertet. In Bezug auf das Alter, welches in dieser Studie 10-18 Jahre beträgt, kann die Stichprobe von D'hooge et al. (2011) mit den anderen drei Studien verglichen werden. Negativ bewertet wird die nicht beachtete Vermeidung von Kontaminierung und Ko-Intervention. Die Autoren gehen nicht darauf ein, inwiefern die Teilnehmer in ihrer Freizeit körperlich aktiv sind. Ebenso erweist es sich als schwierig, die Kontrollgruppe in ihrem Auftrag zu überprüfen. Den Auftrag, ihren gewohnten körperlichen Aktivitäten nachzugehen, kann in ihrer Intensität nicht überprüft werden. Somit kann eine mögliche Verfälschung der Resultate nicht ausgeschlossen werden. Die Dauer der Intervention von D'hooge et al. (2011), welche 20 Wochen beträgt, wird als positiv bewertet. In diesem Zeitraum ist es möglich, eine Veränderung des HbA<sub>1c</sub>-Wertes zu beobachten (Kapitel 2.10). Die Effekte der Studie sind in ihrer kurzzeitigen Wirkung ausgewertet, ein Langzeiteffekt wird nicht mit einer Follow-up-Messung über-

prüft. Die Resultate von D'hooge et al. (2011) gelten aufgrund ihrer geringen Fehlerquelle als gültig und werden somit für die Beantwortung der Fragestellung miteinbezogen.

Tabelle 7. Übersicht BIAS

Kriterien	Ruzic et al. (2008)	Salem et al. (2010)	Aouadi et al. (2011)	D'hooge et al. (2011)	
Zulassungskriterien beschrieben	x	x	x	x	
Randomisierung	-	x	-	x	
Stichprobengrösse (> 30 Teilnehmer)	-	x	x	-	
Vergleichbarkeit der Gruppen	entfällt	x	x	x	
Freiwilligkeit der Teilnehmer	x	x	x	x	
Geschlechterverteilung ♀ ≈ ♂	-	x	-	x	
Alter der Teilnehmer (bis 20 Jahre)	x	x	x	x	
Verblindung im Bezug auf Gruppenzugehörigkeit					
Verblindung der Therapeuten					
Verblindung der Messer	entfällt	-	-	x	
Validität und Reliabilität der Messwerte					
Angaben zur Signifikanz	x	x	x	x	
Follow-up-Messung	x	-	-	-	
Vermeidung von Kontaminierung	entfällt	-	-	-	
Vermeidung von Ko-Intervention	-	x	x	-	
Dauer der Intervention > 3 Monate	-	x	x	x	
Punkte total	13	5/13	10/13	8/13	11/13
Erläuterung: x: Kriterium erfüllt -: Kriterium nicht erfüllt Stichprobengrösse: bei n>30 pro Gruppe kann eine Normalverteilung vorausgesetzt werden und die Resultate gelten als valide. Die Verblindung der Therapeuten und Teilnehmer entfällt für die Bewertung, da diese nicht machbar ist. Die Reliabilität und Validität der Messwerte wird ebenfalls nicht bewertet, da es sich um Blutanalysetests handelt und deshalb als reliabel und valide gewertet werden. Die Geschlechterverteilung wird als ein wichtiges Kriterium gewertet, da nur so die Möglichkeit besteht, eine generalisierbare Aussage machen zu können. Ebenso als wichtig gewichtet wird die Ko-Intervention, welche die Resultate möglicherweise verfälschen könnte.					

## 5.2 Bezug auf die Fragestellung und den theoretischen Hintergrund

- Hat körperliche Aktivität bei Kindern und Jugendlichen mit Diabetes mellitus Typ 1 einen Einfluss auf die glykämische Kontrolle, gemessen am HbA<sub>1c</sub>-Wert?

Körperliche Aktivität, in Form von aerober Ausdauer und Kraft, kann sich positiv auf die langfristige Blutzuckerkontrolle, gemessen am HbA<sub>1c</sub>-Wert, auswirken. Diese Aussage soll aber mit Vorsicht und einigen Berücksichtigungen betrachtet werden. Die untersuchten Studien beziehen sich auf Jugendliche zwischen neun und 18 Jahren, somit kann aber keine Aussage über den Effekt bei Kindern gemacht werden. In Bezug auf den theoretischen Hintergrund kann eine relevante Verbindung gemacht werden. Kann, wie mit den Studien recherchiert, die langfristige Blutzuckerkontrolle mit körperlicher Aktivität positiv beeinflusst werden, so kann das Risiko für diabetische Folgeerkrankungen signifikant gesenkt oder zumindest verzögert werden (siehe Kapitel 2.9.1). Zudem hat körperliche Aktivität bei Diabetes mellitus Typ 1 einen Einfluss auf das Lipoprofil, wie es Salem et al. (2010) und Aouadi et al. (2011) aufzeigen. Die Dyslipidämie zu korrigieren, ist, neben einer optimierten Blutzuckereinstellung, ein Ziel der Therapie von diabetischer Makroangiopathie (Spinass et al., 2011).

Sowohl Salem et al. (2010) als auch D'hooge et al. (2011) beziehen den positiven Effekt von körperlicher Aktivität bei Diabetes mellitus Typ 1 auf eine zu erwartende positive Auswirkung auf das kardiovaskuläre Risiko.

Die in Kapitel 2.6.2 von Behrmann et al. (2001) beschriebenen positiven Effekte von arbeitender Muskulatur auf die Stimulation der Glukoseaufnahme kann in der Praxis bedingt nachverfolgt werden. Auffällig ist, dass in den Studien von Salem et al. (2010), Aouadi et al. (2011) und D'hooge et al. (2011) bei den Teilnehmern des Trainingsprogrammes ein Rückgang der Insulindosis bzw. der Insulininjektionen festzustellen ist. Insulin bewirkt den Transport von Glukose in die Muskelzellen. Wird die Glukoseaufnahme durch Muskelarbeit zusätzlich stimuliert, ist das injizierte Insulin in gewisser Masse überflüssig. Dieser Effekt muss bei körperlicher Aktivität von Patienten mit Diabetes mellitus Typ 1 berücksichtigt und die Insulindosis vor dem Training angepasst werden. Prof. Dr. med. E. J. Schoenle betont jedoch, dass weniger

Insulin nicht bedeutet, dass ein Patient weniger an Diabetes mellitus Typ 1 leidet (schriftliches Interview, März 2012).

Wie bereits erwähnt, beinhalten die Trainingsprogramme der ausgewählten Studien Ausdauersport alleine oder in Kombination mit Kraft- und/oder Koordinationsübungen. Verschiedene Literaturen geben ähnliche Empfehlungen ab. Rost (2005) raten zu Belastungsformen, welche „einen möglichst grossen Stoffwechseleffekt mit sich bringen und gut steuerbar sind, also vor allem Ausdauerbelastungen“ (Rost, R., 2005, S.194).

Bei bereits bestehenden koronaren Komplikationen oder Augenhintergrundveränderungen seien überhöhte Druckanstiege durch „dynamische Belastungen mit hohem Krafteinsatz wie Rudern, stressbetonte Wettkampfsportarten wie Tennis oder Kraftbelastungen wie Bodybuilding“ zu vermeiden (Rost, R., 2005, S. 195). Er betont zudem die Individualität jedes Patienten, wegen welcher man keine Grundregeln im Bezug auf Sport bei Diabetikern aufstellen kann. Hürter et al. (2005) fassen körperliche Aktivität bei Kindern und Jugendlichen wie folgt zusammen: „Eine Verbesserung der Stoffwechseleinstellung ist nur bei regelmässiger körperlicher Betätigung zu erwarten. Jedes Kind sollte darin unterstützt werden, eine Sportart oder Aktivität auszuüben, die seinen Neigungen entspricht und Freude bereitet“ (Hürter et al., 2005, S.510)

Da sich Betroffene Hypoglykämien bewusst sein sollten, wird von Sport ohne Begleitung abgeraten.

Die im Kapitel 2.6.3 erwähnte Tatsache, dass Patienten mit Diabetes mellitus Typ 1 mit einer schlechten Blutzuckereinstellung eine reduzierte Muskelmasse aufweisen, spricht für den Einbezug von Kraftübungen in das Trainingsprogramm. Hier steht aber die Frage offen, ob die reduzierte Muskelmasse nicht mit einer generellen Inaktivität von Diabetikern zusammenhängt. Diese Tatsache an sich würde wiederum auf die Notwendigkeit der Aktivierung von Kindern und Jugendlichen mit Diabetes mellitus Typ 1 sprechen.

In Bezug auf hypo- oder hyperglykämische Vorfälle geben Hollmann und Strüder (2009) folgende Empfehlung ab: Die Überprüfung des Blutzuckerspiegels soll vor dem Training stattfinden, damit die Belastung nicht in einem über- oder unterinsulier-

ten Zustand begonnen wird. „Wenn der Blutzuckerspiegel höher ist als 16.5 mmol (rund 300mg/dl) oder niedriger als 4,0 mmol (72mg/dl), sollte jede körperliche Belastung zurückgestellt werden und Insulin verabfolgt oder Nahrung aufgenommen werden“ (Hollman, W. & Strüder, H.K., 2009, S. 619).

Robertson et al. (2008) weisen darauf hin, dass bei körperlicher Aktivität ab 30 Minuten unvermeidlich mit hypoglykämischen Vorfällen gerechnet werden muss, und deshalb die körperliche Aktivität besonders gut geplant sein soll.

Tuominen, Karionen, Melamies, Bolli und Koivisto (1995) zitiert nach Robertson et al. (2008) postulieren, den Zusammenhang zwischen dem Zeitpunkt der Insulininjektion und dem gehäuften Auftreten von hypoglykämischen Vorfällen.



## **6 Schlussfolgerung**

Nach intensiver Auseinandersetzung mit der Fachliteratur wird ersichtlich, dass körperliche Aktivität ein Bestandteil der Therapie von Diabetes mellitus Typ 1 sein sollte. Dabei scheinen aerobe Ausdauersportarten am geeignetsten, um einen Effekt auf den Stoffwechsel erzielen zu können. Solange die Betroffenen nicht an diabetischen Folgeerkrankungen leiden, ist nahezu jede Sportart zu empfehlen. Körperliche Aktivität kann aber nicht als Therapieersatz betrachtet werden, da Patienten mit Diabetes mellitus Typ 1 auf die Gabe von Insulin angewiesen sind. Diese Erweiterung der Therapie beeinflusst nicht nur die langfristige Blutzuckerkontrolle, sondern wirkt sich zusätzlich positiv auf die Risikofaktoren der Folgeerkrankungen, die Lebensqualität und das Dazugehörigkeitsgefühl aus.

### **6.1 Trainingsempfehlung**

Nach der intensiven Auseinandersetzung mit der Thematik ist ein geleitetes Training für Jugendliche mit Diabetes mellitus Typ 1 zu empfehlen. Die diskutierten Studien ebenso wie verschiedene Literatur führen mit den Betroffenen Ausdauertrainings im aeroben Bereich aus. Die Herzfrequenz gilt dabei als Messparameter, welcher zwischen 50-85% der maximalen Herzfrequenz liegen sollte ( $Hf_{max} = 220 - \text{Alter}$ ). Bei den meisten Sportarten ist es möglich, diesen Parameter mit Hilfe einer Pulsuhr permanent zu überwachen. Die Intensität soll altersgerecht und individuell angepasst werden. Die Trainingsdauer liegt idealerweise zwischen 60 und 70 Minuten pro Trainingseinheit. Dabei ist es empfehlenswert, die Trainingseinheit mindestens drei Mal wöchentlich durchzuführen. Sportarten wie Velofahren, Walking, Inline-Skating, Aerobic aber auch Ball- und Kontaktsportarten scheinen geeignet. Im Mittelpunkt soll für die Teilnehmer der Spass stehen, damit die Motivation nicht leidet.

Empfehlenswert ist ein geleitetes Programm durch Physiotherapeuten in Zusammenarbeit und Absprache mit den zuständigen Ärzten und Diabetesberater, um den Trainingseffekt möglichst gross zu halten. Alle Beteiligten, sowohl die Jugendlichen als auch die Trainingsleiter, sollten über die Bedeutung des  $HbA_{1c}$ -Wertes informiert sein. Durch die vierteljährliche Kontrolle des  $HbA_{1c}$ -Wertes einer Fachperson kann der Verlauf verfolgt werden. Wichtig ist die Individualität des Trainings, welches eine sorgfältige Blutzuckerkontrolle vor und nach dem Training erfordert. Die Beteiligten

müssen wissen, wie diese Messungen zu beurteilen sind und wie sie darauf reagieren müssen. Nach einer intensiven Schulung wäre es wünschenswert, dass Patienten die körperliche Aktivität selbständig und regelmässig durchführen könnten, um den Effekt auf lange Zeit zu erhalten.

## **6.2 Offene Fragen und Zukunftsaussicht**

Eine offene Frage und somit ein interessanter Aspekt für weitere Studien wäre die Untersuchung des Langzeiteffekts von körperlicher Aktivität bei Diabetes mellitus Typ 1. Mit den untersuchten Studien ist noch nicht geklärt, wie sich diese Therapieform längerfristig und in Eigenverantwortung der Patienten auswirkt.

Dabei müsste auch der optimalste Weg für die Gewinnung der Compliance und Motivation der Teilnehmer erforscht werden. Ein weiterer Forschungsansatz besteht in der Übertragung auf jüngere Patienten, bei welchen das Verständnis bezüglich der eigenen Krankheit und deren Kontrolle verringert ist, die Notwendigkeit für ein Trainingsprogramm aber genau so vorhanden sein könnte. In weiteren Studien wäre der Einfluss der Entwicklung der Teilnehmer zu berücksichtigen. Ein weiterer Ansatzpunkt bietet die Erforschung der geeignetsten Trainingsform, mit welcher der beste Effekt erzielt werden kann.

## 7 Quellenverzeichnis

### 7.1 Literaturverzeichnis

- AGLA (2010). *Kardiovaskuläre Risikofaktoren und Biomarker*. Swiss Artherosclerosis Association.
- Aktivität. (2012). In *Oxford Reference Online Premium*. Retrieved from [http://www.oxfordreference.com/views/SEARCH\\_RESULTS.html?y=0&q=Aktiv%C3%A4t&category=t65a&x=0&ssid=1020584282&scope=book&time=0.260018929124666](http://www.oxfordreference.com/views/SEARCH_RESULTS.html?y=0&q=Aktiv%C3%A4t&category=t65a&x=0&ssid=1020584282&scope=book&time=0.260018929124666) (06.05.12).
- American Diabetes Association (2002). Diabetes mellitus and Exercise. *Diabetes Care*, 25, 64-68.
- Aouadi, R., Khelifa, R., Aouidet, A., Ben Mansour, A., Ben Rayana, M. C., Mdini, F., Bahri, S., & Stratton, G. (2011). Aerobic training programs and glycemic control in diabetic children in relation to exercise frequency. *The Journal of Sports and Physical Fitness*, 51, 1-2.
- Behrmann, R., & Weineck, J. (2001). *Diabetes und Sport* (2nd ed.). Balingen: Spitta Verlag GmbH.
- Bundesamt für Statistik (2012). *Übersicht chronische Krankheiten*. Retrieved from <http://www.bfs.admin.ch/bfs/portal/de/index/themen/14/02/01/key/02.html> (03.05.2012).
- Campaigne, B. N., Gilliam, T. B., Spencer, M. L., Lampman, R. M., & Schork, M. A. (1984). Effects of a Physical Activity Program on Metabolic Control and Cardiovascular Fitness in Children with Insulin-dependent Diabetes Mellitus. *Diabetes Care*, 7, 57-62.
- D'hooge, R., Hellinckx, T., Van Laethem, C., Stegen, S., De Schepper, J., Van Aken, S., Dewolf, D., & Calders, P. (2010). Influence of combined aerobic and resistance training on metabolic control, cardiovascular fitness and quality of life in adolescents with type 1 diabetes: a randomized controlled trial. *Clinical Rehabilitation*, 25, 349-359. doi: 10.1177/0269215510386254
- Diabetes-Deutschland (2004). *Fakten zum Diabetes mellitus*. Retrieved from <http://www.diabetes-deutschland.de/archiv/4645.htm> (06.05.2012).

- Diabetes mellitus (2012). In *Oxford Reference Online Premium*. Retrieved from [http://www.oxfordreference.com/views/SEARCH\\_RESULTS.html?y=0&q=Diabetes%20mellitus&category=t65a&x=0&ssid=1159597338&scope=book&time=0.0936173396620568](http://www.oxfordreference.com/views/SEARCH_RESULTS.html?y=0&q=Diabetes%20mellitus&category=t65a&x=0&ssid=1159597338&scope=book&time=0.0936173396620568) (06.05.2012).
- Diabetes mellitus Typ 1. (2010). In *Pschyrembel Online Premium*. Retrieved from [http://www.wdg.pschyrembel.de/Xaver/start.xav?SID=anita46hofmann64zhwin46ch3177566121828&startbk=pschyrembel\\_therapie&bk=pschyrembel\\_therapie&hitnr=1&start=%2f%2f\\*%5B%40node\\_id%3D%2732159%27%5D&anchor=el#\\_\\_pschyrembel\\_therapie\\_\\_%2F%2F\\*%5B%40attr\\_id%3D'tw\\_artikel8794846'%5D](http://www.wdg.pschyrembel.de/Xaver/start.xav?SID=anita46hofmann64zhwin46ch3177566121828&startbk=pschyrembel_therapie&bk=pschyrembel_therapie&hitnr=1&start=%2f%2f*%5B%40node_id%3D%2732159%27%5D&anchor=el#__pschyrembel_therapie__%2F%2F*%5B%40attr_id%3D'tw_artikel8794846'%5D) (06.05.2012).
- Diafit (n.d.). *DIAfit-Projekt*. Retrieved from [http://www.diafit.ch/de/20\\_diafit-projekt/00\\_diafit-projekt.htm](http://www.diafit.ch/de/20_diafit-projekt/00_diafit-projekt.htm) (06.05.2012).
- Diafit (n.d.). *Rehabilitationsprogramm*. Retrieved from [http://www.diafit.ch/de/30\\_rehaprogramm/00\\_rehabilitation.htm](http://www.diafit.ch/de/30_rehaprogramm/00_rehabilitation.htm) (06.05.2012).
- Downie, E., Craig, M. E., Hing, S., Cusumano, J., Chan, A. K. F., & Donaghue, K. C. (2011). Continued Reduction in the Prevalence of Retinopathy in Adolescents with Type 1 Diabetes. *Diabetes Care*, 34, 2368-2373.
- Engl, J. (2005). Intensive Diabetes Treatment and Cardiovascular Disease in Patients with Type 1 Diabetes mellitus. *National Institutes of Health*, 353(25), 2643–2653. doi: 10.1056/NEJMoa052187
- glykämisch. (n.d.). In *dict.cc Deutsch-Englisch-Wörterbuch*. Retrieved from [http://www.dict.cc/?s=glyk%C3%A4mische&failed\\_kw=glyk%C3%A4misch](http://www.dict.cc/?s=glyk%C3%A4mische&failed_kw=glyk%C3%A4misch) (06.05.2012).
- heranwachsend. (2012). In *Oxford Reference Online Premium*. Retrieved from [http://www.oxfordreference.com/views/SEARCH\\_RESULTS.html?x=0&y=0&q=heranwachsend&category=t65a&ssid=1146351299&scope=book&time=0.606963756115395](http://www.oxfordreference.com/views/SEARCH_RESULTS.html?x=0&y=0&q=heranwachsend&category=t65a&ssid=1146351299&scope=book&time=0.606963756115395) (06.05.2012).
- Herbst, A., Bachran, R., Kapellen, T., & Holl, R. W. (2006). Effects of Regular Physical on Control of Glycemia in Pediatric Patients With Type 1 Diabetes Mellitus. *Arch Pediatr Adolesc Med.*, 160, 573-577.

- Herbst, A., Kordonouri, O., Schwab, K. O., Schmidt, F., & Holl, R. W. (2007). Impact of Physical Activity on Cardiovascular Risk Factors in Children With Type 1 Diabetes. *Diabetes Care*, 30, 2098-2100. doi :10.2337/dc06-2636.
- HLA-System. (2010). In *Pschyrembel Online Premium*. Retrieved from [http://www.wdg.pschyrembel.de/Xaver/start.xav?SID=ssoatypon8da83fcf457a354546b345b7794586ce2e14d524333277810731&startbk=pschyrembel\\_kw&bk=pschyrembel\\_kw&hitnr=1&start=%2f%2f%5B%40node\\_id%3D%27927710%27%5D&anchor=el#\\_\\_pschyrembel\\_kw\\_\\_%2F%2F%5B%40attr\\_id%3D'kw\\_artikel4389341'%5D](http://www.wdg.pschyrembel.de/Xaver/start.xav?SID=ssoatypon8da83fcf457a354546b345b7794586ce2e14d524333277810731&startbk=pschyrembel_kw&bk=pschyrembel_kw&hitnr=1&start=%2f%2f%5B%40node_id%3D%27927710%27%5D&anchor=el#__pschyrembel_kw__%2F%2F%5B%40attr_id%3D'kw_artikel4389341'%5D) (06.05.2012).
- Hollmann, W., & Strüder, H. K. (2009). *Sportmedizin: Grundlagen für körperliche Aktivität, Training und Präventivmedizin* (5th ed.). Stuttgart: Schattauer
- Hörmann, R., & Mann, K. (2004). Inselzellen und Glucosehomöostase. In Pfeundschuh, M., & Schölmerich, J. (Eds.), *Pathophysiologie Pathobiochemie* (pp. 332-335) (2nd ed.). München: Elsevier Urban & Fischer Verlag.
- Hürter, P., & Danne, T. (2005). *Diabetes bei Kindern und Jugendlichen* (6th ed.). Heidelberg: Springer Medizin Verlag.
- International Diabetes Federation. (2011). *The global IDF/ISPAD guideline for diabetes in childhood and adolescence*. Retrieved from <http://www.idf.org/global-idfispad-guideline-diabetes-childhood-and-adolescence> (04.05.2012).
- Köppel, G., Saeger, W., Böhm, N., Oberholzer, M., & Riede, U.-N. (2004). Endokrines System. In Riede, U.-N, Werner, M., & Schaefer, H.-E. (Eds.), *Allgemeine und spezielle Pathologie*, (pp. 981-1037) (5th ed.). Stuttgart: Georg Thieme Verlag.
- körperlich. (2012). In *Oxford Reference Online Premium*. Retrieved from [http://www.oxfordreference.com/views/SEARCH\\_RESULTS.html?y=0&q=k%C3%B6rperlich&category=t65a&x=0&ssid=436952188&scope=book&time=0.500628236253885](http://www.oxfordreference.com/views/SEARCH_RESULTS.html?y=0&q=k%C3%B6rperlich&category=t65a&x=0&ssid=436952188&scope=book&time=0.500628236253885) (06.05.2012).
- Law, M., Stewart, D., Pollok, N., Letts, L., Bosch, J., & Westmorland, M. (1998). Anleitung zum Formular für eine kritische Besprechung quantitativer Studien. *Quantitative Review Form Guidelines*. Retrieved from <http://www.canchild.ca/en/canchildresources/resources/quantguideG.pdf> (03.05.2012).

- Law, M., Stewart, D., Pollok, N., Letts, L., Bosch, J., & Westmorland, M. (1998). Formular zur kritischen Besprechung quantitativer Studien. *Quantitative Review Form Guidelines*. Retrieved from <http://www.canchild.ca/en/canchildresources/resources/quantformG.pdf> (03.05.2012).
- Ludvigsson, J. (1980). Physical Exercise in Relation to Degree of Metabolic Control in Juvenile Diabetes. *Acta Paediatrica Scand Suppl*, 283, 45-48.
- Margeirsdottir, H. D., Larsen, J. R., Brunborg, C., Øverby, N. C., & Dahl-Jørgensen, K. (2008). High prevalence of cardiovascular risk factors in children and adolescents with type 1 diabetes: a population-based study. *Diabetologia*, 51, 554-56. doi:10.1007/s00125-007-0921-8
- Michaliszyn, F. S., Shaibi, G.Q., Quinn, L., Fritschi, C., & Faulkner, S. M. (2009). Physical fitness, dietary intake, and metabolic control in adolescents with type 1 diabetes. *Pediatric Diabetes*, 10, 389-394.
- Müller, M.J., & Bosy-Westphal, A. (2005). Energiehaushalt und Ernährung. In Deetjen, P., Seckmann, E.-J., & Hescheler, J. (Eds.), *Physiologie* (pp. 633-668) (4th ed.). München: Elsevier Urban & Fischer Verlag.
- Nephropathie, diabetische. (2010) In Pschyrembel Online Premium. Retrieved from [http://www.wdg.pschyrembel.de/Xaver/start.xav?SID=anita46hofmann64zhwin46ch2991591771211&startbk=pschyrembel\\_kw&bk=pschyrembel\\_kw#\\_\\_pschyrembel\\_kw\\_\\_%2F%2F%5B%40attr\\_id%3D'kw\\_artikel4387682'%5D](http://www.wdg.pschyrembel.de/Xaver/start.xav?SID=anita46hofmann64zhwin46ch2991591771211&startbk=pschyrembel_kw&bk=pschyrembel_kw#__pschyrembel_kw__%2F%2F%5B%40attr_id%3D'kw_artikel4387682'%5D) (06.05.2012).
- Nordwall, M., Arnqvist, H. J., Bojestig, M., & Ludvigsson, J. (2009). Good glycemic control remains crucial in prevention of late diabetic complications – the Linköping Diabetes Complications Study. *Pediatric Diabetes*, 10, 165-176. doi:10.1111/j.1399-5448.2008.00472.x
- pädiatrisch. (2012). In *Oxford Reference Online Premium*. Retrieved from [http://www.oxfordreference.com/views/SEARCH\\_RESULTS.html?x=0&y=0&q=p%C3%A4diatrisch&category=t65b&ssid=327832581&scope=book&time=0.164053482623796](http://www.oxfordreference.com/views/SEARCH_RESULTS.html?x=0&y=0&q=p%C3%A4diatrisch&category=t65b&ssid=327832581&scope=book&time=0.164053482623796) (06.05.2012).
- Pedro Scale. (1999). Retrieved from [http://www.pedro.org.au/wp-content/uploads/PEDro\\_scale.pdf](http://www.pedro.org.au/wp-content/uploads/PEDro_scale.pdf) (03.05.2012).

- Robertson, K., Adolfsson, P., Riddell MC, P., Scheiner, G., & Hanas, R. (2008). Exercise in children and adolescents with diabetes. *Pediatric Diabetes*, 9, 65-77.
- Rost, R. (2005). *Sport- und Bewegungstherapie bei Inneren Krankheiten: Lehrbuch für Sportlehrer, Übungsleiter, Physiotherapeuten und Sportmediziner* (3rd ed.). Köln: Deutscher Ärzte-Verlag.
- Ruzic, L., Sporis, G., & Matkovic, B. R. (2008). High volume-low intensity exercise camp and glycemic control in diabetic children. *Journal of Paediatrics and Child Health*, 44, 122-128. doi: 10.1111/j.1440-1754.2007.01213.x
- Salem, M. A., AboElAsrar, M. A., Elbarbary, N. S., ElHilaly, R. A., & Refaat, Y. M. (2010). Is exercise a therapeutic tool for improvement of cardiovascular risk factors in adolescents with type 1 diabetes mellitus? A randomised controlled trial. *Diabetology & Metabolic Syndrome*, 2:47, 1-10.
- Schweizerische Diabetes-Gesellschaft (n.d.). *Symptome & Behandlung*. Retrieved from <http://www.diabetesgesellschaft.ch/diabetes/diabetes-typ-1/symptome-behandlung/> (06.05.2012).
- Selam, J. L., Casassus, P., Bruzo, F., Leroy, C., & Slama, G. (1992). Exercise is not associated with better diabetes control in type 1 and type 2 diabetic subjects. *Acta Diabetol*, 29, 11-13.
- Spinas, G. A., & Fischli, S. (2011). *Endokrinologie und Stoffwechsel* (2nd ed.). Stuttgart: Georg Thieme Verlag.
- Steigleder-Schweiger, C., Rami-Merhar, B., Waldhör, T., Fröhlich-Reiterer, E., Schwarz, I., Fritsch, M., Borkenstein, M., & Schober, E. (2012). Prevalence of cardiovascular risk factors in children and adolescents with type 1 diabetes in Austria. *Eur J Pediatr*. doi:10.1007/s00431-012-1704-x
- Stoffwechsel. (2012). In *Oxford Reference Online Premium*. Retrieved from [http://www.oxfordreference.com/views/SEARCH\\_RESULTS.html?y=0&q=Stoffwechsel&category=t65a&x=0&ssid=577253809&scope=book&time=0.161599633649214](http://www.oxfordreference.com/views/SEARCH_RESULTS.html?y=0&q=Stoffwechsel&category=t65a&x=0&ssid=577253809&scope=book&time=0.161599633649214) (06.05.2012).
- Svensson, M., Eriksson, J. W., & Dahlquist, G. (2004). Early Glycemic Control, Age at Onset, and Development of Microvascular Complications in Childhood-Onset Type 1 Diabetes. *Diabetes Care*, 27, 955-962.

- Übung. (2012). In *Oxford Reference Online Premium*. Retrieved from [http://www.oxfordreference.com/views/SEARCH\\_RESULTS.html?y=0&q=%C3%9Cbung&category=t65a&x=0&ssid=1147680&scope=book&time=0.816203009554371](http://www.oxfordreference.com/views/SEARCH_RESULTS.html?y=0&q=%C3%9Cbung&category=t65a&x=0&ssid=1147680&scope=book&time=0.816203009554371) (06.05.2012).
- Valerio, G., Spagnuolo, M. I., Lombardi, F., Spadaro, R., Siano, M., & Franzese, A. (2005). Physical activity and sports participation in children and adolescents with type 1 diabetes mellitus. *Nutrition, Metabolism & Cardiovascular Diseases*, 17, 376-382. doi: 10.1016/j.numecd.2005.10.012
- Wong, Ch.-H., Chiang, Y.-Ch., Wai, J.P.M, Lo, F.-S., Yeh, Ch.-H., Chung, S.-Ch., & Chang, Ch.-W. (2011). Effects of a home-based aerobic exercise programme in children with type 1 diabetes mellitus. *Journal of Clinical Nursing*, 20, 681-691. doi: 10.1111/j.1365-2702.2010.03533.x
- World Health Organisation (2011). *Mediacenter*. Retrieved from <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs312/en/index.html> (07.05.2012).
- World Health Organisation (2012). *10 Facts about Diabetes*. Retrieved from <http://www.who.int/features/factfiles/diabetes/facts/en/index5.html> (07.05.2012).
- Zorn, U., & Ollenschläger, G. (1999). Qualitätsbestimmung in der medizinischen Versorgung – ein universelles Entwicklungsschema für Qualitätsindikatoren. *Zeitschrift für ärztliche Fortbildung und Qualität im Gesundheitswesen*, 93, 123-128.



## 7.2 Bildverzeichnis

Abbildung 1. natürlicher Verlauf des Diabetes mellitus Typ 1.....	11
Spinas, G. A., & Fischli, S. (2011). <i>Endokrinologie und Stoffwechsel</i> (2nd ed.). Stuttgart: Georg Thieme Verlag, p.120.	
Abbildung 2. zeitlicher Verlauf der Substratversorgung des arbeitenden Skelettmuskels .....	13
Behrmann, R., & Weineck, J. (2001). <i>Diabetes und Sport</i> . (2nd ed.). Balingen: Spitta Verlag GmbH, p.58.	
Abbildung 3. diabetische Folgeerkrankungen .....	16
Spinas, G. A., & Fischli, S. (2011). <i>Endokrinologie und Stoffwechsel</i> (2nd ed.). Stuttgart: Georg Thieme Verlag, p.129.	
Abbildung 4. Möglichkeiten der Blutzuckerkontrolle .....	18
Hürter, P., & Danne, T. (2005). <i>Diabetes bei Kindern und Jugendlichen</i> (6th ed.). Heidelberg: Springer Medizin Verlag, p.244.	
Abbildung 5. E-mail von Frau Castelberg .....	81
Abbildung 6. ausgefüllter Fragebogen von Frau Link .....	82
Abbildung 7. ausgefüllter Fragebogen von Herr Dähler .....	83
Abbildung 8. ausgefüllter Fragebogen von Herr Prof. Dr.med. Schoenle .....	84
Abbildung 9. ausgefüllter Fragebogen von Herr Dr. Wiesli.....	85

## 7.3 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1. Diabetestypen nach Köppel et al. (2004).....	9
Köppel, G., Saeger, W., Böhm, N., Oberholzer, M., & Riede, U.-N. (2004). Endokrines System. In Riede, U.-N (Eds.), <i>Allgemeine und spezielle Pathologie</i> , (pp. 981-1037) (5th ed.). Stuttgart: Georg Thieme Verlag.	
Tabelle 2. diagnostische Kriterien nach Spinass et al. (2011).....	9
Spinass, G. A., & Fischli, S. (2011). <i>Endokrinologie und Stoffwechsel</i> (2nd ed.). Stuttgart: Georg Thieme Verlag.	
Tabelle 3. Blutzuckerbeeinflussung durch Sport nach Robertson et al. (2008) .....	15
Robertson, K., Adolfsson, P., Riddell MC, P., Scheiner, G., Hanas, R. (2008). Exercise in children and adolescents with diabetes. <i>Pediatric Diabetes</i> , 9, 65-77.	
Tabelle 4. Keywords und deutsche Übersetzung nach Oxford Reference Online Premium (2012) und dict.cc (n.d.) .....	23
Tabelle 5. ausgewählte Studien und deren Ziele.....	24
Tabelle 6. Studienübersicht .....	31
Damaris Geiger	49

Tabelle 7. Übersicht BIAS .....	37
Tabelle 8. Glossar .....	54
Tabelle 9. Trainingsprogramm nach Ruzic et al. (2008).....	57
Ruzic, L., Sporis, G., Matkovic, B.R. (2007). High volume-low intensity exercise camp and glycemic control in diabetic children. <i>Journal of Paediatrics and Child Health</i> , 44, 122-128. doi: 10.1111/j.1440-1754.2007.01213.x	
Tabelle 10. Trainingsprogramm nach Salem et al. (2010).....	59
Salem, M.A., AboElAsrar, M.A., Elbarbary, N.S., ElHilaly, R.A., Refaat, Y.M. (2010). Is exercise a therapeutic tool for improvement of cardiovascular risk factors in adolescents with type 1 diabetes mellitus? A randomised controlled trial. <i>Diabetology &amp; Metabolic Syndrome</i> , 2:47, 1-10.	
Tabelle 11. Trainingsprogramm nach Aouadi et al. (2011).....	61
Aouadi, R., Khlifa, R., Aouidet, A., Ben Mansour, A., Ben Rayana, M.C., Mdini, F., Bahri, S., Stratton, G. (2010). Aerobic training programs and glycemic control in diabetic children in relation to exercise frequency. <i>The Journal of Sports and Physical Fitness</i> , 51, 1-2.	
Tabelle 12. Trainingsprogramm nach D'hooge et al. (2011).....	63
D'hooge, R., Hellinckx, T., Van Laethem, C., Stegen, S., De Schepper, J., Van Aken, S., Dewolf, D., Calders, P. (2010). Influence of combined aerobic and resistance training on metabolic control, cardiovascular fitness and quality of life in adolescents with type 1 diabetes: a randomized controlled trial. <i>Clinical Rehabilitation</i> , 25, 349-359. doi: 10.1177/0269215510386254	
Tabelle 13. Studienanalyse Ruzic et al. (2008) .....	65
Tabelle 14. Studienanalyse Salem et al. (2010) .....	68
Tabelle 15. Studienanalyse Aouadi et al. (2011) .....	71
Tabelle 16. Studienanalyse D'hooge et al. (2011).....	74
Tabelle 17. Erläuterung zur Studienanalyse.....	77

## **8 Danksagung**

An dieser Stelle möchte ich mich bei allen Personen bedanken, die mich bei der Entstehung der Bachelorarbeit unterstützt haben. An erster Stelle geht der Dank an Frau Brigitte Fiechter Lienert für die kompetente Betreuung und anregenden Gespräche im Verlauf der Arbeit. Ein weiterer Dank geht an Katja Veraguth, Fabian Geiger, Raphael Geiger und Christina Schiess für die konstruktive Kritik und die Korrektur der Arbeit. Zum Schluss möchte ich allen lieben Menschen in meinem Umfeld danken, denen es stets gelungen ist, mich zu motivieren und mich auch in schwierigen Situationen ertragen haben.

## **9 Eigenständigkeitserklärung**

„Ich erkläre hiermit, dass ich die vorliegende Arbeit selbständig, ohne Mithilfe Dritter und unter Benutzung der angegebenen Quellen verfasst habe.“

Ort, Datum: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Damaris Geiger

## **10 Anhang**

### *Anhang A: Wortzahl*

Abstract: 187

Arbeit: 7985

## Anhang B: Glossar

Tabelle 8. Glossar

<b>Adenosintriphosphat</b>	Abk.: ATP, wichtigster Energielieferant der Zelle	Pschyrembel, 2007
<b>Agens</b>	Krank machender Faktor	Das Fremdwörterbuch, 2005
<b>akzeleriert/ Akzeleration</b>	Beschleunigung eines Ablaufs oder Prozesses	Das Fremdwörterbuch, 2005
<b>Albumin</b>	Wasserlösliche Eiweisse, welche ca. 52-62% des Gesamteiweisses im Blutplasma ausmachen und in Körperflüssigkeiten und Muskelgewebe vorkommen. Sie sind unter anderem das Transportmedium für wasserlösliche Stoffe im Blut, wie freie Fettsäuren	Pschyrembel, 2007
<b>angiogen</b>	Angiogenese: Blutgefäßbildung	Springer Wörterbuch Medizin, 2005
<b>Antigen</b>	Eine Substanz, welche vom eigenen Organismus als fremd oder eigen erkannt wird. Dies löst eine spezifische Immunantwort oder Immuntoleranz aus	Pschyrembel, 2007
<b>β-Insellzellen</b>	Insulinproduzierende Zellen in den Langerhans'schen Zellen	Pschyrembel, 2007
<b>Cholesterin</b>	auch Cholesterol, Steroidalkohol, welches mit der Nahrung aufgenommen und vom Organismus zu freien Fetten verstoffwechselt wird. Ein erhöhter Cholesterin-Spiegel (u.a. durch falsche Ernährung und Bewegungsmangel) ist Mitursache von Arteriosklerose	Pschyrembel, 2010
<b>Coma diabeticum</b>	Auch diabetisches Koma, wegen Insulinmangel aufgrund von Insulinresistenz oder Änderung des Insulinbedarfs. Gesteigerte Lipolyse und dadurch vermehrte Bildung von Ketonkörpern (Säure). Diese Form tritt vor allem bei Diabetes mellitus Typ 1 auf	Pschyrembel, 2007
<b>Dialysepflicht</b>	Dialyse: Blutreinigungsverfahren zur Entfernung von toxischen oder pathogenen Substanzen aus dem Blut	Pschyrembel, 2007
<b>Dyslipidämie</b>	Fettstoffwechselstörung	Pschyrembel, 2007
<b>emotinale Rollenfunktion</b>	(Dimension im Test zur Lebensqualität SF-36) Beeinträchtigung der Arbeit oder andere tägliche Aktivitäten durch emotionale Probleme	SF-36 Handbuch, n.d.
<b>endokrin</b>	in das Blut absondernd	Pschyrembel, 2007
<b>Fruktosamin</b>	Eiweisse im Blutplasma, welche Glukose binden. Messwert für Blutzuckerwert der vergangenen 1-3 Wochen	Diabetes Ratgeber, 2010
<b>Gastroparese</b>	auch Magenatonie, Lähmung der aktiven Magenbewegung mit Entleerungsstörung	Pschyrembel, 2007
<b>Glaskörperblutung</b>	Blutung in den Glaskörper des Auges (zwischen Linse und Netzhaut gelegen). Bei diabetischer Retinopathie nach Gefäßneubildungen	Pschyrembel, 2007
<b>Glomerulosklerose</b>	diabetische, Schädigung der glomerulären Kapillaren der Niere bei langjährigem Diabetes mellitus, v.a. bei schlechter Blutzuckereinstellung	Pschyrembel, 2007
<b>Glomerulum (Glomerulus)</b>	Kapillarknäuel der Nierenrinde	Pschyrembel, 2007
<b>Glukoneogenese</b>	Neusynthese von Glukose in der Leber und der Niere	Pschyrembel, 2007,

<b>Glykogen</b>	tierische Stärke, Kurzzeitspeicherung (hauptsächlich in der Leber) von Glukose bei Überangebot	Pschyrembel, 2007
<b>Glykogenolyse</b>	intrazellulärer Abbau von Glykogen	Pschyrembel, 2007
<b>Glykogensynthese</b>	auch Glykogenese, Biosynthese von Glykogen aus Glukose im tierischen Organismus	Pschyrembel, 2007
<b>Glykolyse</b>	anaerober Stoffwechselweg zur Energiegewinnung	Pschyrembel, 2007
<b>HDL-c</b>	<b>H</b> igh <b>d</b> ensity lipoproteins, Transport von Cholesterin aus peripheren Zellen in die Leber	Pschyrembel, 2007
<b>hepatisch</b>	die Leber betreffend, zur Leber gehörend	Das Fremdwörterbuch, 2005
<b>Hyperglykämie</b>	Erhöhte Konzentration von Glukose im Blut	Pschyrembel, 2007
<b>Hypoglykämie</b>	Verminderung der Konzentration von Glukose im Blut	Pschyrembel, 2007
<b>Insulinsensivität</b>	Empfindlichkeit von Körperzellen bzw. Insulinrezeptoren gegenüber Insulin	Wissenschaft-online, n.d.
<b>intestinal</b>	zum Darmkanal gehörend	Das Fremdwörterbuch, 2005
<b>Langerhans'sche Inseln</b>	auch Langerhans-Inseln oder Inselorgan, endokriner Anteil des Pankreas	Pschyrembel, 2007
<b>LDL-c</b>	<b>L</b> ow <b>d</b> ensity lipoproteins, Transport von Cholesterin in die periphere Zellen	Pschyrembel, 2007
<b>Lipolyse</b>	Fettspaltung, Fettverdauung	Das Fremdwörterbuch, 2005
<b>Lymphozyten, zytotoxische</b>	Weisse Blutkörperchen die von den Stammzellen im Knochenmark abstammen. (T-Lymphozyten = Träger der zellvermittelten Immunität); zytotoxisch = zellschädigend	Pschyrembel, 2007
<b>mmol/l</b>	Konzentration, Anteil eines Stoffes in einem Gemisch oder einer Lösung, in diesem Fall der Konzentration des Zuckers im Blut	Diabetes-austria, n.d.
<b>Neovaskularisation</b>	Neubildung von Gefässen	Pschyrembel, 2007
<b>Normoglykämie</b>	Der Glukose-Normwert im (venösen) Vollblut beträgt 3.6-5.6 mmol/l	Pschyrembel, 2010
<b>Perizyten</b>	äusserste Schicht von Blutkapillaren in Form von verzweigten Zellen	Pschyrembel, 2007
<b>Polydipsie</b>	gesteigertes Durstempfinden u. vermehrte Flüssigkeitsaufnahme	Pschyrembel, 2007
<b>Polyurie</b>	pathol. erhöhtes Harnvolumen	Pschyrembel, 2007
<b>Remission</b>	(vorübergehendes) Zurückgehen von Krankheitserscheinungen	Pschyrembel, 2007
<b>Tachykardie</b>	Herzrhythmusstörung mit beschleunigter Herzfrequenz bei Erwachsenen auf über 100/min unter Ruhebedingungen	Pschyrembel, 2007
<b>Triglycerid, Triglyzerid</b>	Zusammenfassende Bezeichnung für die Verbindung von Glycerin, Bestandteil von natürlichen Fetten und Ölen	Fremdwörterbuch, 2010
<b>Vasa nervorum</b>	Kleine Blutgefässe, die der Stoffwechselversorgung des Nerves dienen	Pschyrembel, 2007
<b>Zytokine</b>	Signalmoleküle, die das Verhalten oder die Eigenschaften von anderen Zellen beeinflussen	Pschyrembel, 2007

**High volume-low intensity exercise camp and glyemic control in diabetic children**

Ruzic, L., Sporis, G., Matkovic, B.R., 2008

Ruzic et al. (2008) beurteilen in ihrer Studie den Effekt eines 15 tägigen organisierten Trainingsprogramms auf den Blutzucker bei diabetischen Kindern in Form eines Sommerlagers. Es nahmen 28 Kinder mit Diabetes mellitus Typ 1 am Lager teil, aber nur 20 wurden in die Datenanalyse eingeschlossen. Kinder mit einer Insulinpumpe wurden ausgeschlossen, da sie nicht an allen Aktivitäten teilnehmen konnten. Ein weiteres Kriterium war, dass die Teilnehmer an Kontakt- und Wassersportarten teilnehmen konnten. Die Teilnehmer waren zwischen neun und 16 Jahren und hatten durchschnittlich seit  $4.23 \pm 2.12$  Jahren einen diagnostizierten Diabetes mellitus Typ 1. Keines der Kinder war übergewichtig oder hatte einen BMI über  $22 \text{ kg/m}^2$ . Die Kinder nahmen an folgendem Sportprogramm im fünf Tages Rhythmus teil:



Tabelle 9. Trainingsprogramm nach Ruzic et al. (2008)

Tag	Tageszeit	Trainingselement	Zeit	Intensität (%Hfmax)
<b>Tag 1</b>	Morgen <sup>(1)</sup>	Dehnen, Morgengymnastik	60'	50-60
	Nachmittag <sup>(2)</sup>	Volleyball oder Schwimmen	120'	50-70
	Abend <sup>(3)</sup>	Spazieren	60'	55-75
<b>Tag 2</b>	Morgen <sup>(1)</sup>	Dehnen, Morgengymnastik	60'	50-60
	Nachmittag <sup>(2)</sup>	Handball oder Schwimmen	120'	50-70
	Abend <sup>(3)</sup>	Velofahren	60'	55-75
<b>Tag 3</b>	Morgen <sup>(1)</sup>	Dehnen, Pilates	60'	50-60
	Nachmittag <sup>(2)</sup>	Fussball oder Schwimmen	120'	60-80
	Abend <sup>(3)</sup>	Nordic walking	60'	55-75
<b>Tag 4</b>	Morgen <sup>(1)</sup>	Dehnen, Pilates	60'	50-60
	Nachmittag <sup>(2)</sup>	Basketball oder Schwimmen	120'	60-80
	Abend <sup>(3)</sup>	Skaten oder Spazieren	60'	55-75
<b>Tag 5</b>	Morgen <sup>(1)</sup>	Low intensity Übungen (aerob)	60	50-65
	Nachmittag <sup>(2)</sup>	Wasserspiele oder Schlägerspiele	2	60-85
	Abend <sup>(3)</sup>	Skaten oder Spazieren	1	55-75
<b>Hfmax = maximale Herzfrequenz</b> <b>1h nach den Frühstück</b> <b>2h nach dem Mittagessen</b> <b>1h nach dem Abendessen</b>				

Die Teilnehmer befolgten zudem einen strengen Diätplan, der genau überwacht wurde. Die Effekte des Programms wurden zehn Tage und zwei Monate nach dem Lager beobachtet.

**Resultate:** Vor dem Lager zeigten nur vier Teilnehmer einen zufriedenstellenden HbA<sub>1c</sub>-Wert (<7.5%). Bei den ersten Messungen (zehn Tage nach dem Lager), wiesen acht Kinder einen zufriedenstellenden HbA<sub>1c</sub>-Wert auf. Somit war eine signifikante Verbesserung des HbA<sub>1c</sub>-Wertes bei den ersten Messungen zu beobachten (p=0.023). Bei den zweiten Messungen zwei Monate nach dem Lager waren die

HbA<sub>1c</sub>-Werte wieder angestiegen, wobei Knaben die höheren Werte aufwiesen als Mädchen.

Die durchschnittliche Insulindosis war am letzten Tag des Lagers leicht tiefer, interessanterweise aber nicht statistisch signifikant ( $p=0.057$ ). Der durchschnittliche tägliche Blutzuckerwert sank signifikant verglichen vom ersten zum 14. Tag ( $p < 0.05$ ). Über die ganze Zeit hinweg konnte allgemein eine schlechtere Diabeteskontrolle bei Knaben als bei Mädchen festgestellt werden.

Während der ganzen Zeit wurden nur zwei hypoglykämische Vorfälle beobachtet.

**Schlussfolgerung:** Nach dem Sommerlager konnten zwar signifikante Unterschiede in der Diabeteskontrolle festgestellt werden, der Langzeiteffekt war aber nicht zufriedenstellend.

#### **Is exercise a therapeutic tool for improvement cardiovascular risk factors in adolescents with type 1 diabetes mellitus? A randomised controlled trial**

Salem, M.A., AboElAsar, M.A., Elbarbary, N.S., ElHialy, R.A., Refaat, Y.M., 2010

Salem et al. (2010) untersuchten in einer randomisierten kontrollierten Studie den Effekt eines sechs monatigen Trainingsprogramms auf kardiovaskuläre Risikofaktoren bei Jugendlichen mit Diabetes mellitus Typ 1. Total nahmen 196 Patienten an der Studie teil. Als Einschlusskriterien galten ein Alter von 12-18 Jahren, mit einem diagnostizierten Diabetes mellitus Typ 1 seit mindestens drei Jahre und ein HbA<sub>1c</sub>-Wert  $\geq 7.5\%$  für die letzten sechs Monate. Alle Patienten befolgten eine intensive Insulin-Therapie. Die Teilnehmer wurden in drei Gruppen unterteilt: Gruppe A war die Kontrollgruppe mit 48 Patienten, welche kein Trainingsprogramm absolvierten. Gruppe B, mit 75 Patienten, nahm ein Mal pro Woche und Gruppe C, mit 73 Patienten, nahm drei Mal pro Woche am Trainingsprogramm teil. Das Trainingsprogramm setzte sich aus folgenden Teilen zusammen:

Tabelle 10. Trainingsprogramm nach Salem et al. (2010)

<b>Trainingselement</b>	<b>Zeit</b>	<b>Intensität</b>
<b>aerobe Trainingseinheit: Velofahren oder Laufband</b>	Warm-up: 5' Training: 20' Cool-down: 5'	65-85 % Hfmax
<b>anaerobe Trainingseinheit: Intervalltraining</b>	1-2'	85-95% Hfmax
<b>Kraft: progressives Widerstands- training Leg extension Leg curl</b>	10' (2' Pause zwischen Serien)	3 Serien à 10 Wdh.: 1.: 50% von 10 RM 2.: 75% von 10 RM 3.: 100% von 10 RM
<b>Kraft- und Ausdauertraining: bent calf raises standing calf lifts toe curls</b>	10'	10 Wiederholungen (jedes Training +1 Serie)
<b>Dehnen</b>	5'	
<b>neuromuskuläre Übungen: heel to chin movement heel to toe walking seitwärts gehen mit überkreuzen</b>	5'	10 Wiederholungen je 5'
<b>Gleichgewicht Abdominalmuskulatur</b>	10'	1 Serie à 10 Wiederholungen nach 6 Wochen 3 Serien
<b>Hfmax=maximale Herzfrequenz= 220- Alter; RM = Repetitionsmaximum; Wdh = Wiederholungen</b>		

Bei allen Teilnehmern wurden folgende Werte gemessen: Körperbau (Grösse, Gewicht, BMI, Taillenumfang), Blutdruck, Fettprofil, HbA<sub>1c</sub>-Wert und der tägliche Blutzuckerwert.

**Resultate:** Vor der Trainingsperiode unterschied sich die Gruppe C von den Gruppen A und B in der durchschnittlichen Krankheitsdauer (länger) und dem Fettprofil (höher) leicht. Nach dem Trainingsprogramm wurde eine signifikante Verbesserung des HbA<sub>1c</sub>-Wertes in beiden Interventionsgruppen festgestellt ( $p=0.03$  respektive  $p=0.01$ ). Der Unterschied zwischen Gruppe C und B war signifikant, wobei die Gruppe C bessere Werte vorwies ( $p=0.01$ ). Ebenfalls in beiden Interventionsgruppen wurde eine signifikante Verbesserung des Lipoprofils (LDL-c, TG, Cholesterin↓, HDL-c↑) festgestellt ( $p=0.01$  respektive  $p=0.001$ ). Nach dem sechsmonatigen Trainingsprogramm wurde eine signifikante Gewichtszunahme bei der Kontrollgruppe festgestellt ( $p=0.03$ ). Im Gegensatz dazu ist der BMI in beiden Interventionsgruppen signifikant gesunken ( $p=0.001$  respektive  $p=0.05$ ). In beiden Interventionsgruppen wurde eine Abnahme des Taillenumfangs ( $p=0.02$  respektive  $p=0.00$ ) und der täglichen Insulin-

dosis ( $p=0.002$  respektive  $p=0.00$ ) festgestellt. Die Zahl der hypoglykämischen Vorfälle unterschied sich während der beobachteten Zeit nicht signifikant ( $p=0.888$ ) zwischen der Interventions- und der Kontrollgruppe.

**Schlussfolgerung:** Die in der Studie beschriebene Trainingsform scheint eine grosse Wirkung auf die glykämische Kontrolle und Fettstoffwechsel zu haben und hilft Körpergewicht zu verlieren. Diese Effekte könnten auf eine Verminderung der kardiovaskulären Risikofaktoren bei Jugendlichen mit Diabetes mellitus Typ 1 übertragen werden. Die Betroffenen sollten ermutigt werden, sich sportlich zu betätigen, trotz Angst vor Komplikationen. Training soll somit zu einer wichtigen Komponente im Krankheitsmanagement von Diabetes mellitus Typ 1 werden.

#### **Aerobic training programs and glycemic control in diabetic children in relation to exercise frequency**

Aouadi, R., Khlifa, R., Aouidet, A., Mansour, A.B., Ben Rayana, M.C., Mдини, F., Bahri, S., Stratton, G., 2011

Aouadi et al. (2011) beurteilten in einer randomisierten, kontrollierten Studie den Effekt von aeroben Training auf die glykämische Kontrolle und das Fettprofil von Kindern mit Diabetes mellitus. Das primäre Ziel der Studie war es, die Auswirkungen der Häufigkeit von regelmässiger körperlicher Aktivität auf die glykämische Kontrolle ( $HbA_{1c}$ ) und das Fettprofil bei Kindern mit Diabetes mellitus Typ 1 während drei und sechs Monaten zu ermitteln.

Eingeschlossen in die Studie wurden 33 Knaben zwischen 12 und 14 Jahren, welche seit mindestens 24 Monaten den Krankheitstyp diagnostiziert hatten. Sie durften weder mit Diabetes mellitus assoziierte chronische Krankheiten aufweisen, noch kardiovaskuläre Krankheiten, Neuropathien oder Unkenntnisse über Hypoglykämie mit sich bringen. Die Teilnehmer nahmen keine Medikamente ein, welche das Fettprofil veränderten. Zu Beginn der Studie wurden die 33 Knaben mit einem validierten Fragebogen zu ihren wöchentlich betätigten körperlichen Aktivitäten während der Schule oder der Freizeit interviewt. Keiner der Teilnehmer nahm an einem organisierten Sport- oder Trainingsprogramm teil. Ebenso wurden Alter, Gewicht, Grösse, BMI,

Dauer des Diabetes mellitus, mittlerer HbA<sub>1c</sub>-Wert der letzten sechs Monate, Anzahl der Insulininjektionen und Insulindosis festgehalten. Die Teilnehmer wurden in drei Gruppen von je elf Kindern eingeteilt. Gruppe 1 (G1) nahm zwei Mal pro Woche und die Gruppe 2 (G2) vier Mal pro Woche an einer 60 minütigen Trainingseinheit für sechs Monate teil. Eine Trainingseinheit setzte sich wie folgt zusammen:

Tabelle 11. Trainingsprogramm nach Aouadi et al. (2011)

Trainingselement	Zeit	Intensität		
		Wo 1-2	Wo 3-4	Wo 5-24
Warm-up	10-15'			
aerobe Trainingseinheit (Ausdauertraining)	40-50'	50-55% Hfmax	55-60% Hfmax	60-65% Hfmax
Cooling-down	10-15'			

Hfmax = maximale Herzfrequenz (220-Alter)

Die standardisierten Einheiten fanden entweder in einer Schule oder draussen statt. Beide Gruppen wurden von demselben Sportlehrer beaufsichtigt

Die Kontrollgruppe (CG) wurde aufgefordert, ihre gewohnten täglichen Aktivitäten weiter zu führen, ohne weiteren Trainingseinheiten bei zu wohnen. Gemessen und verglichen wurden die Gruppen anhand von folgenden Werten: Grösse, Gewicht, BMI und dem Blutzuckerspiegel vor und nach dem Training. Die Blutwerte (HbA<sub>1c</sub> und Lipoprofil) wurden zwischen 8.00 Uhr und 9.00 Uhr nach zwölfstündigem Fasten über Nacht entnommen. Diese Messungen fanden vor dem Beginn der Trainingsperiode, nach drei und nach sechs Monaten statt.

**Resultate:** Am Anfang der Trainingsperiode unterschieden sich G1 und G2 nicht im Bezug auf den HbA<sub>1c</sub>-Wert, Anzahl der Insulininjektionen, Insulindosis, Lipoprofil und dem Körperbau.

Bei der ersten Vergleichsmessung nach drei Monaten wurden keine signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen im Bezug auf den HbA<sub>1c</sub>-Wert gefunden. Zwar war der Wert in der Kontrollgruppe höher und in G2 zeigte er die Tendenz zu sinken. Bei den zweiten Messungen nach sechs Monaten wurden aber signifikante Unterschiede entdeckt. So war der HbA<sub>1c</sub>-Wert in der G2 signifikant kleiner verglichen mit den Anfangswerten und G1 ( $p < 0.05$ ).

Es wurden keine signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen im Bezug auf den Körperbau festgestellt.

Das Lipoprofil verbesserte sich in beiden Gruppen (G1 und G2) signifikant ( $p < 0.05$ ;  $p < 0.01$ ).

Vier Teilnehmer von G1 konnten ihre Insulindosis senken (um  $12.5 \pm 5\%$ ), ebenso neun Teilnehmer von G2 ( $17.1 \pm 4.9\%$ ). Die Anzahl der Insulininjektionen konnte bei acht Teilnehmern von G2, aber nur bei drei Teilnehmern von G1 reduziert werden.

**Schlussfolgerung:** Die Studie von Aouadi et al. (2011) zeigt auf, dass ein dreimonatiges Trainingsprogramm vier Mal wöchentlich, oder ein sechsmonatiges Trainingsprogramm zwei Mal wöchentlich das Lipoprofil verbessert und eine Verminderung des Insulinbedarfs mit sich bringt. Diese Form von körperlicher Aktivität zeigt aber noch keine Änderung im HbA<sub>1c</sub>-Wert. Wird das Trainingsprogramm auf sechs Monate erweitert, in denen die Kinder mehr als zwei Mal wöchentlich Sport machen, kann eine signifikante Verbesserung der glykämischen Kontrolle und des Lipoprofils beobachtet werden. Diese Studie unterstützt somit die Empfehlung, dass Patienten mit Diabetes mellitus Typ 1 körperlich aktiv sein sollten. Aouadi et al. (2011) sprechen dabei von einer mittelmässigen bis kraftvollen körperlichen Aktivität im aeroben Bereich für mindestens vier Mal pro Woche über mindestens sechs Monate.

**Influence of combined aerobic and resistance training on metabolic control, cardiovascular fitness and quality of life in adolescents with type 1 diabetes: a randomized controlled trial**

D'hooge, R., Hellinckx, T., Van Laethem, C., Stegen, S., De Schepper, J., Van Aken, S., Dewolf, D., Calders, P., 2011

D'hooge et al. (2011) untersuchten in einer randomisierten, kontrollierten Studie den Effekt von aerobem Ausdauertraining und Krafttraining auf die Stoffwechselkontrolle, körperliche Fitness und die Lebensqualität bei Jugendlichen mit Diabetes mellitus Typ 1.

Eingeschlossen in die Studie wurden Patienten zwischen zehn und 18 Jahren, mit einer Krankheitsdauer von mindestens einem Jahr. Mädchen sollten eine M2 auf der Tanner-Skala der Pubertätsentwicklung (Brustentwicklung und erstes Erscheinen von Schambehaarung) vorweisen. Bei den Knaben galt als Einschlusskriterium eine

G2 auf der Tanner-Skala (Hodenvolumen mehr als 3 ml). Ebenfalls durften die Teilnehmer nicht weiter als 15 Kilometer von der Universitätsklinik Ghent, Belgien, entfernt wohnen. Die Einverständniserklärung haben 16 Patienten (7 Knaben, 9 Mädchen) unterschrieben. Die Einteilung in die Interventionsgruppe oder Kontrollgruppe geschah randomisiert.

Die Interventionsgruppe befolgte ein 20 wöchiges Trainingsprogramm von je 70 Minuten, das wie folgt aufgebaut wurde:

Tabelle 12. Trainingsprogramm nach D'hooge et al. (2011)

Trainingselement	Zeit	Intensität		
		Wo 1-6	Wo 7-12	Wo 13-20
<b>Warm up</b>	5'			
<b>Krafttraining obere Extremität (M.biceps brachii, M. triceps brachii)</b>	10' (1' Pause)	2 Serien, 15 Wdh. 20 RM	2 Serien, 12 Wdh. 17 RM	3 Serien, 12 Wdh. 12 RM
<b>Krafttraining untere Extremität (Adduktoren, Extensoren)</b>	10' (1' Pause)			
<b>Krafttraining der Abdominalmuskulatur (Situps)</b>	10'	2 Serien à 20 Wdh.		
<b>Ausdauer 1: Velofahren (Hometrainer)</b>	10'			
<b>Ausdauer 2: Laufen (Laufband)</b>	10'	60% von Hfmax	70% von Hfmax	75% von Hfmax
<b>Ausdauer 3: Stepper (Crosstrainer)</b>	10'			
<b>Cooling-down</b>	5'			
Hfmax = maximale Herzfrequenz (individuell angepasst); RM =Repetitionsmaximum				

Die Kontrollgruppe nahm an ihren alltäglichen Aktivitäten teil ohne ein beaufsichtigtes Training zu absolvieren.

Bei den Teilnehmern wurden folgende Werte gemessen: Körpergrösse und Körperbau (Grösse, Gewicht, BMI, Taillenumfang, Körperfett), Blutanalyse (HbA<sub>1c</sub>-Wert), Körperliche Fitness (maximal kardio-pulmonaler Belastungstest, 6-Minuten-Gehtest), Kraft (1-Repetitionsmaximum, Functional sit-to-stand Test, Handgriffkraft, Muscle fatigue resistance), Blutzuckerwert (vor und nach dem Training), Lebensqualität (SF-36). Die Messungen wurden vor Beginn der Trainingseinheit und nach 20 Wochen gemacht.

**Resultate:** Zu Beginn der Studie waren keine signifikanten Unterschiede zwischen der Interventions- und der Kontrollgruppe fest zu stellen. Es stellte sich heraus, dass nach jeder Trainingseinheit der Blutzuckerspiegel bei allen Teilnehmern in der Interventionsgruppe sank.

Nach Abschluss der Trainingsperiode wurde kein signifikanter Unterschied zwischen der Interventionsgruppe und der Kontrollgruppe bei folgenden Werten festgestellt: HbA1c-Wert, Blutzuckerwert, Gewicht, BMI, Taillenumfang und Körperfett.

Die tägliche Insulindosis der Interventionsgruppe hat sich signifikant verringert im Vergleich zu der Kontrollgruppe ( $p < 0.05$ ). Betrachtet man die tägliche Insulindosis im Zusammenhang mit dem Körpergewicht, wurden eine signifikante Verringerung ( $p < 0.05$ ) in der Interventionsgruppe und eine signifikante Erhöhung ( $p < 0.05$ ) in der Kontrollgruppe festgestellt. Signifikant verändert hat sich auch die Körperliche Fitness in der Interventionsgruppe ( $p < 0.05$ ). Hier wurde vor allem eine Veränderung in den Kraft- und Ausdauer tests gefunden, die kardiopulmonale Situation änderte sich nicht signifikant.

In Bezug auf die Lebensqualität konnte keine signifikante Aussage gemacht werden, es wurden jedoch Verbesserungen in den Bereichen allgemeine Gesundheit, emotionale Rollenfunktion und Vitalität beobachtet.

**Schlussfolgerung:** Nach einem 20 Wöchigen Ausdauer- und Kraftprogramm kann eine tendenzielle Verringerung der täglichen Insulindosis festgestellt werden sowie eine verbesserte physische und psychische Verfassung. Diese Resultate sollten Jugendliche mit Diabetes mellitus Typ 1 zu körperlicher Aktivität anspornen, angesichts ihrer erwarteten positiven und längerfristigen Auswirkungen auf das kardiovaskuläre Risiko.



## Anhang D: Studienanalysen

Tabelle 13. Studienanalyse Ruzic et al. (2008)

<b>High volume-low intensity exercise camp and glycemic control in diabetic children</b>		
Ruzic et al.		
2008		
	<b>Kommentare</b>	<b>Punkte</b>
<b>ZWECK DER STUDIE</b>  Wurde der Zweck klar angegeben? ja nein zu wenig genau	Den Effekt eines gestalteten Trainingsprogramms in einem zwei wöchigen Lager auf die glykämische Kontrolle bei diabetischen Kindern zu evaluieren.  Das sekundäre Ziel der Studie war, Unterschiede zwischen Mädchen und Knaben im Bezug auf die Krankheitskontrolle fest zu stellen	2/2
<b>LITERATUR</b>  Wurde die relevante Hintergrund-Literatur gesichtet? ja nein	In der Einleitung wird auf aktuelles Wissen über körperliche Aktivität bei Jugendlichen mit Diabetes mellitus eingegangen und ähnliche Interventionen beschrieben. Häufig fehle es in Diabetes-Lager an überwachten Trainingseinheiten.	1/1
<b>DESIGN</b>  randomisierte kontrollierte Studie (RCT) Kohortenstudie Einzelfall-Design Vorher-Nachher-Design Fall-Kontroll-Studie Querschnittsstudie Fallstudie	<b>Systematische Fehler:</b> bezüglich Stichprobe: Freiwilligkeit: schriftliche Information an Jugendliche mit Diabetes mellitus Typ 1 und deren Eltern. Teilnahme nach Zustimmung der Eltern	3/5
<b>STICHPROBE</b>  N= 20  Wurde die Stichprobe detailliert beschrieben? ja nein  Wurde die Stichprobengröße begründet? ja nein entfällt	<b>Beschreibung der Stichprobe:</b> Alter: 9-16 Diabetes mellitus seit durchschnittlich 4.23±2.12 Jahren keine Angaben zur Geschlechtsverteilung  <b>Mehrere Gruppen:</b> entfällt  <b>Ausschlusskriterien:</b> Insulintherapie mit Pumpe Unfähigkeit der Teilnahme an Kontaktsportarten, Wassersportarten und Schlägersportarten körperliche Limitationen: Sehbehinderung, muskuloskeletale Defizite, Erholung von einer kürzlichen Infektion  <b>Randomisierung:</b> -  <b>Ethikkommission:</b> Zustimmung der Ethikkommission der <i>Faculty of Kinesiology, University of Zagreb</i>	6/11
<b>ERGEBNISSE (outcomes)</b>		
	<b>Outcome</b>	<b>Messinstrument</b>
	glykämische Kontrolle	HbA <sub>1c</sub> -Wert, tägliche Insulindosis
		6/11

		Unterschied Knaben und Mädchen	
	<b>Häufigkeit der Messungen:</b> vor dem Lager Blutzuckermessungen täglich vor jedem Essen und vor dem Schlafen 10 Tage nach dem Lager 2 Monate nach dem Lager  <b>systematische Fehler bezüglich Messen:</b> Verblindung Messer: entfällt		
<b>MASSNAHMEN</b>  Wurden die Maßnahmen detailliert beschrieben? ja nein nicht angegeben	Beschreibung der Intervention: drei Trainingseinheiten pro Tag: Morgen: Dehnen, Pilates: 1 Stunde Nachmittag: Ballspiele, Wasserspiele: 2h Abend: Walking, Velofahren: 1h 70% der Trainingseinheiten < 75% Hfmax 30% der Trainingseinheiten 85%<75% Hfmax wenn möglich Überwachung mit Herzfrequenzmesser während Aktivität Überwachung der täglichen Kalorieneinnahme spezielle Diabetesdiät während Lager  in der Praxis wiederholbar Die Interventionen sind genau beschrieben, deshalb in der Praxis wiederholbar. Tägliche Kalorieneinnahme und Diabetesdiät im physiotherapeutischen Bereich schwierig zu überwachen.  systematische Fehler bezüglich Massnahme: Kontaminierung: entfällt, alle Kinder befolgen das gleiche Programm Ko-Intervention: keine Angaben Dauer: 15 Tage Therapeut: während dem Lager die gleichen Therapeuten anwesend		4/11
<b>RESULTATE</b>  Wurde die statistische Signifikanz der Ergebnisse angegeben? ja nein entfällt nicht angegeben	Signifikanz: $p \leq 0.05$		2/2
	Outcome	Resultat	
	HbA <sub>1c</sub> -Wert	10 Tage danach: signifikante Verbesserung HbA <sub>1c</sub> -Wert ( $p=0.023$ ) 8 Kinder HbA <sub>1c</sub> -Wert <7.5% (vor dem Lager nur 4 Kinder) 2 Monate danach: signifikanter Anstieg des HbA <sub>1c</sub> -Wert (ähnliche Werte wie vor dem Lager) ( $p=0.029$ )	
	täglicher Blutzucker	durchschnittlicher Blutzuckerwert sank signifikant von	

		Anfang bis Ende des Lagers ( $p < 0.05$ )	
	Unterschied Geschlecht	Knaben haben schlechtere Diabeteskontrolle als Mädchen (vor, nach 10 Tagen, nach 2 Monaten)	
Wurden Fälle von Ausscheiden aus der Studie angegeben? ja nein	keine Angaben		
<b>SCHLUSSFOLGERUNGEN UND KLINISCHE IMPLIKATIONEN</b>  Waren die Schlussfolgerungen angemessen im Hinblick auf Methoden und Ergebnisse der Studie? ja o nein	Schlussfolgerung: Die Studie zeigt eine Verbesserung der Diabeteskontrolle nach dem Lager. Der Effekt konnte aber nicht auf längere Zeit aufrecht gehalten werden.  Limiten der Studie: keiner der Teilnehmer machte mit einem Trainingsprogramm weiter nach dem Lager Diätplan nur während dem Lager, danach normale Essgewohnheiten wenig Teilnehmer keine Kontrollgruppe		1/4
<b>PUNKTE TOTAL:</b>			<b>25/47</b>

Tabelle 14. Studienanalyse Salem et al. (2010)

<b>Is exercise a therapeutic tool for improvment of cardiovascular risk facotrs in adolescents with type 1 diabetes mellitus ? A randomised controlled trial</b>		
Salem et al.		
2010		
	<b>Kommentare</b>	<b>Punkte</b>
<b>ZWECK DER STUDIE</b>  Wurde der Zweck klar angegeben? ja nein zu wenig genau	Den Einfluss eines sechsmonatigen Trainingsprogramm auf glykämische Kontrolle, Plasmalipid-Werte, Blutdruck, Schweregrad und Häufigkeit von Hypoglykämien, Körperbaumerkmale und Insulindosis zu evaluieren	2/2
<b>LITERATUR</b>  Wurde die relevante Hintergrund-Literatur gesichtet? ja nein	In der Einleitung wird der Zusammenhang zwischen einem verschlechterten Blutbild und dem Risiko für kardiovaskuläre Erkrankungen dargestellt.	1/1
<b>DESIGN</b>  randomisierte kontrollierte Studie (RCT) Kohortenstudie Einzelfall-Design Vorher-Nachher-Design Fall-Kontroll-Studie Querschnittsstudie Fallstudie	<b>Systematische Fehler:</b> bezüglich Stichprobe: Freiwilligkeit: Teilnahme nach schriftlicher Information und Einwilligungserklärung der Eltern	5/5
<b>STICHPROBE</b>  N= 196 Gruppe A: n=48 Gruppe B: n= 75 Gruppe C: n= 73  Wurde die Stichprobe detailliert beschrieben? ja nein Wurde die Stichprobengröße begründet? ja nein entfällt	<b>Beschreibung der Stichprobe:</b> 75 männlich, 121 weiblich 12-18 Jahre alt Diabetes mellitus Typ 1 seit mind. 3 Jahren  <b>Mehrere Gruppen:</b> Mittlere Übereinstimmung: leichte Unterschiede in Diabetesdauer, LDL-C, TG und Cholesterin  <b>Einschlusskriterien:</b> 12-18 Jahre Diabetes mellitus Typ 1 seit mind. 3 Jahren HbA <sub>1c</sub> -Wert $\geq 7.5\%$ über die letzten 6 Monate vor der Studie alle Patienten in intensiver Insulintherapie regelmässige Patienten der <i>Diabetes Specialized Clinic Children's Hospital, Ain Shams University</i>  <b>Ausschlusskriterien:</b> signifikante Diabeteskomplikationen, welche das Training limitieren (diabetischer Fuss, Retinopathie, schwere Neuropathie) unkontrollierter Bluthochdruck diabetische Ketoazidose schwere Hypoglykämie in den letzten 3 Monaten vor der Studie Patienten mit lipidsenkenden Medikamenten	9/11

	<b>Randomisierung:</b> randomisierte Gruppeneinteilung  <b>Ethikkommission:</b> Die Studie wurde durch das <i>Ethical Committee of Ain Shams University</i> genehmigt		
<b>ERGEBNISSE (outcomes)</b>	<b>Outcome</b>	<b>Messwert</b>	6/11
	glykämische Kontrolle	HbA <sub>1c</sub> -Wert tägliche Messung	
	Körperbau	kg, cm, BMI, Hüftumfang, Blutdruck (systolisch, diastolisch in mmHg)	
	Lipoprofil	HDL-c TG Cholesterin LDL-c	
	<b>Häufigkeit der Messungen:</b> vor der Randomisierung 1-14 Tag vor Interventionsstart tägliche Blutzuckermessung: vor, 6, 12 und 18 Stunden nach dem Training 6 Monate  <b>systematische Fehler bezüglich Messen:</b> Verblindung Messer: keine Angabe		
<b>MASSNAHMEN</b>  Wurden die Maßnahmen detailliert beschrieben? ja nein nicht angegeben	<b>Beschreibung der Intervention:</b> aerobe Übung: 30' anaerobe Übungen: 1-2' Kraft: 20' Dehnen: 5' neuromuskuläre Übungen: 5' Gleichgewicht: 10'  Gruppe A: (Kontrollgruppe): nahm nicht am Trainingsprogramm teil, sollte die gewohnte körperliche Aktivität nicht ändern Gruppe B: ein Mal pro Woche Gruppe C: drei Mal pro Woche  im Methodikteil der Studie sind die Interventionen sehr genau beschrieben. Die Autoren verweisen auf die bezogene Literatur. Die Intervention ist somit in der Praxis gut wiederholbar  <b>systematische Fehler bezüglich Massnahme:</b> Kontaminierung: wird nicht erwähnt Ko-Intervention: Patienten mit lipidsenkenden Medikamenten sind nicht eingeschlossen in die Studie Dauer: 6 Monate Therapeut: anwesend, keine Angabe, ob es immer der gleiche Therapeut war		9/11
<b>RESULTATE</b>  Wurde die statistische Signifikanz der Ergebnisse angegeben?	Signifikanz: $p < 0.05$		2/2
	<b>Outcome</b>	<b>Resultat</b>	
	glykämische Kontrolle	signifikante Verbesserung des HbA <sub>1c</sub> -Wertes in Gruppe B und C ( $p=0.03$ ; $p=0.01$ )	

ja nein entfällt nicht angegeben		signifikant bessere HbA <sub>1c</sub> -Werte in Gruppe C als in Gruppe B (p=0.01)	
	Körperbau	signifikante Gewichtszunahme in der Kontrollgruppe (p=0.03) signifikanter Abnahme BMI Gruppe B und C (p=0.001;p=0.05) Abnahme Hüftumfang Gruppe B und C (p=0.02;p=0.00)	
	Lipoprofil	signifikante Verbesserung des Lipoprofils (LDL-c, TG, Cholesterin↓, HDL-c↑) in Gruppe B und C (p=0.01; p=0.001)	
	Insulindosis	signifikanter Rückgang der Insulindosis in Gruppe B und C (p=0.002; p=0.00)	
	Hypoglykämie	kein signifikanter Unterschied von hypoglykämischen Vorfällen zwischen Kontroll- und Interventionsgruppe (p=0.888)	
Wurden Fälle von Ausscheiden aus der Studie angegeben? ja nein	keine Angaben		
<b>SCHLUSSFOLGERUNGEN UND KLINISCHE IMPLIKATIONEN</b>  Waren die Schlussfolgerungen angemessen im Hinblick auf Methoden und Ergebnisse der Studie? ja nein	Schlussfolgerung: Die Studie zeigt, dass diese Art von körperlicher Aktivität einen grossen Nutzen im Bezug auf die glykämische Kontrolle, das Lipoprofil hat und hilft, Gewicht zu verlieren. Diese Effekte könnte man auf die Verbesserung der kardiovaskulären Risikofaktoren übertragen.  Limiten der Studie: Die Senkung der Insulindosis hängt eventuell damit zusammen, dass Patienten aus Angst vor Hypoglykämien die Dosis vor der Trainingseinheit senken. körperliche Veränderungen während der Pubertät		4/4
<b>PUNKTE TOTAL:</b>			<b>38/47</b>

Tabelle 15. Studienanalyse Aouadi et al. (2011)

<b>Aerobic training programmes and glycemic control in diabetic children in relation to exercise frequency</b>		
Aouadi et al.		
2011		
	<b>Kommentare</b>	<b>Punkte</b>
<b>ZWECK DER STUDIE</b>  Wurde der Zweck klar angegeben? ja nein zu wenig genau	Den Einfluss der Häufigkeit von aerobem Training auf die glykämische Kontrolle und das Lipidprofil zu beurteilen	2/2
<b>LITERATUR</b>  Wurde die relevante Hintergrund-Literatur gesichtet? ja nein	In der Einleitung werden Ergebnisse von bisher durchgeführten Studien dargestellt, die den Effekt von körperlicher Aktivität bei Kindern mit Diabetes mellitus 1 belegen.	1/1
<b>DESIGN</b>  randomisierte kontrollierte Studie (RCT) Kohortenstudie Einzelfall-Design Vorher-Nachher-Design Fall-Kontroll-Studie Querschnittsstudie Fallstudie	keine direkten Angaben über das Design in der Studie. Über Kontakt mit der Autorin der Studie wurde herausgefunden: RCT mit 6 monatigem follow-up  <b>Systematische Fehler:</b> bezüglich Stichprobe: Freiwilligkeit: Die Teilnehmer und deren Eltern wurden mit einem Schreiben über Risiken informiert. Erst nach der Einwilligung beider Seiten war eine Teilnahme an der Studie gesichert	5/5
<b>STICHPROBE</b>  n= 33 Kontrollgruppe (CG): n=11 Interventiongruppen: G1: n=11 G2: n=11  Wurde die Stichprobe detailliert beschrieben? ja nein  Wurde die Stichprobengröße begründet? ja nein entfällt	<b>Beschreibung der Stichprobe:</b> nur männliche Teilnehmer 12-14 Jahre Diabetes mellitus Typ 1 seit mind. 1 Jahr keiner der Teilnehmer war in einem organisierten Sport- oder Trainingsprogramm (mit einem validen Fragebogen im Voraus untersucht)  <b>Mehrere Gruppen:</b> mittlere Übereinstimmung: G1 und G2 unterschieden sich nicht signifikant, keine Angaben zur Übereinstimmung mit GC <b>Einschlusskriterien:</b> 12-14 Jahre Diabetes mellitus Typ 1 seit mind. 1 Jahr unterzeichnete Einwilligungserklärung  <b>Ausschlusskriterien:</b> diabetesassoziierte chronische Krankheiten kardiovaskulären Erkrankungen Neuropathie Unkenntnis über Hypoglykämie  <b>Randomisierung:</b> keine Angaben zur Randomisierung	7/11

	<b>Ethikkommission:</b> Einwilligungserklärung wurde im Voraus von der lokalen Ethikkommission genehmigt		
<b>ERGEBNISSE (outcomes)</b>			7/11
	<b>Outcome</b>	<b>Messinstrument</b>	
	glykämische Kontrolle	Blutzuckerwert (vor und nach Training), HbA <sub>1c</sub> -Wert	
	Körperbau	Gewicht, Grösse, BMI	
	Lipoprofil	Cholesterin, HDL-c, LDL-c	
	<b>Häufigkeit der Messungen:</b> zu Beginn vor und nach jeder Trainingseinheit nach 3 Monaten nach 6 Monaten (am Ende)		
	<b>systematische Fehler bezüglich Messen:</b> Verblindung Messer: keine Angaben zur Verblindung der Messer		
<b>MASSNAHMEN</b>  Wurden die Maßnahmen detail- liert beschrieben? ja nein (ungenügend) nicht angegeben	<b>Beschreibung der Intervention:</b> Aufwärmen/Auslaufen: 10-15' aerobe Trainingseinheit: 40-50' Intensität: Wo 1-2: 55-50% Hfmax Wo 3-4: 55-60 % Hfmax Wo 5-24: 60-65% Hfmax (Hfmax = maximale Herzfrequenz (220-Alter))  Kontrollgruppe: nahm nicht am Trainingsprogramm teil, sollten ihrem gewohnten Lebensstil nachgehen Interventionsgruppen: G1: 2 Mal pro Woche G2: 4 Mal pro Woche In der Praxis ist dieses Programm nur schwer zu wider- holen, es werden keine genaueren Angaben zu den Aktivitäten während den Trainingseinheiten gemacht. (1P da die Trainingsintensität beschrieben wird)  <b>systematische Fehler bezüglich Massnahme:</b> Kontaminierung: keine Angaben Ko-Intervention: keiner der Teilnehmer nahm Medika- mente, welche den Lipid- oder Kohlenhydratstoffwech- sel beeinflussten (ausser Insulin) Dauer: 6 Monate Therapeut: die Trainingseinheiten beider Interventions- gruppen wurden vom selben Therapeuten überwacht		7/11
<b>RESULTATE</b>  Wurde die statistische Signifi- kanz der Ergebnisse angege- ben? ja nein entfällt	Signifikanz: $p < 0.05$ Die Signifikanz wird zwar fest gelegt, die genauen Wer- te der signifikanten Resultate sind aber nicht angege- ben.		2/2
	<b>Outcome</b>	<b>Resultat</b>	
	glykämische Kontrolle	Messungen nach 3 Mona- ten: keine signifikante Verbes-	



nicht angegeben		serung des HbA <sub>1c</sub> -Wertes, Werte von G2 zeigte eine Tendenz zu fallen Messungen nach 6 Monaten: signifikant tiefere Werte HbA <sub>1c</sub> -Werte von G2 im Vergleich zum Anfang und zu G1 und CG (p<0.05)	
	Lipoprofil	Messungen nach 3 Monaten: signifikante Verringerung nur teilweise (Triglycerin) in G1 und G2 zum Anfangswert Messung nach 6 Monaten: signifikante Verbesserung des Lipoprofils (Cholesterin, LDL-c ↓, HDL-c↑) in G1 und G2 (G1<G2) (p<0.05; p<0.01)	
	Insulindosis	Senkung der Insulindosis: in G1 4 Teilnehmer (um 12.5±5%) in G2 9 Teilnehmer (m 17.1±4.9%) Senkung der Insulininjektionen: in G1 3 Teilnehmer in G2 8 Teilnehmer	
Wurden Fälle von Ausscheiden aus der Studie angegeben? Ja Nein			
<b>SCHLUSSFOLGERUNGEN UND KLINISCHE IMPLIKATIONEN</b>  Waren die Schlussfolgerungen angemessen im Hinblick auf Methoden und Ergebnisse der Studie? ja o nein	Schlussfolgerung: Ein Trainingsprogramm über sechs Monate hat einen positiven Einfluss auf den HbA <sub>1c</sub> -Wert und das Lipoprofil, wenn Betroffene mehrmals pro Woche mittelmässig bis kraftvoll körperliche aktiv sind.  Limiten der Studie: keine Berücksichtigung der Entwicklung der Teilnehmer Ein möglicher Grund für die begrenzte Aussage über Verbesserung der glykämischen Kontrolle wegen erhöhter Kalorieneinnahme vor dem Sport wegen Angst vor Hypoglykämien. Beschränkte Compliance der Patienten Interaktion von aerober Aktivität und Nahrungseinnahme sehr wichtig, konnte aber in der Studie nicht überprüft werden Individualität der Krankheit kann nur schwierig berücksichtigt werden Zeitlich zu kurze Studie (vor allem Messungen nach 3 Monaten)	4/4	
<b>PUNKTE TOTAL:</b>			<b>35/47</b>

Tabelle 16. Studienanalyse D'hooge et al. (2011)

<b>Influence of combined aerobic and resistance training on metabolic control, cardiovascular fitness and quality of life in adolescents with type 1 diabetes: a randomized controlled trial</b>		
D'hooge et al.		
2011		
	<b>Kommentare</b>	<b>Punkte</b>
<b>ZWECK DER STUDIE</b>  Wurde der Zweck klar angegeben? ja nein zu wenig genau	Den Effekt von kombiniertem Training auf die metabolische Kontrolle, körperliche Fitness und Lebensqualität bei Jugendlichen mit Diabetes mellitus Typ 1 zu evaluieren	2/2
<b>LITERATUR</b>  Wurde die relevante Hintergrund-Literatur gesichtet? ja nein	Darstellung von bisherigen Studien, welche den Effekt von körperlicher Aktivität auf die Outcomes der vorliegenden Studien kontrovers diskutieren.	1/1
<b>DESIGN</b>  randomisierte kontrollierte Studie (RCT) Kohortenstudie Einzelfall-Design Vorher-Nachher-Design Fall-Kontroll-Studie Querschnittsstudie Fallstudie	<b>Systematische Fehler:</b> bezüglich Stichprobe: Freiwilligkeit: Teilnahme nach unterschriebener Einwilligungsbestätigung der Jugendlichen und deren Eltern	5/5
<b>STICHPROBE</b>  N= 16 Interventionsgruppe: n=8 Kontrollgruppe: n=8  Wurde die Stichprobe detailliert beschrieben? ja nein Wurde die Stichprobengröße begründet? ja nein entfällt	<b>Beschreibung der Stichprobe:</b> 10-18 Jahre alt n=7 männlich, n=9 weiblich Diabetes mellitus Typ 1 seit mind. 1 Jahr  <b>Mehrere Gruppen:</b> grosse Übereinstimmung: keine signifikanten Unterschiede zwischen Interventions- und Kontrollgruppe  <b>Einschlusskriterien:</b> 10-18 Jahre Diabetes mellitus seit mind. 1 Jahr Pubertätsentwicklung: Mädchen: mind. Tanner M2 (Brustentwicklung und erstes Erscheinen von Schambehaarung) Knaben: mind. Tanner G2 (Hodenvolumen mehr als 3 ml) Wohnort nicht mehr als 15km vom <i>University Hospital Ghent</i> entfernt unterzeichnete Einwilligungserklärung  <b>Randomisierung:</b> Die Randomisierung geschah über verschlossene Couverts  <b>Ethikkommission:</b> keine Angaben	9/11

<b>ERGEBNISSE (outcomes)</b>			9/11
	<b>Outcome</b>	<b>Messinstrument</b>	
	Glykämische Kontrolle	Nüchternblutzucker, HbA <sub>1c</sub> -Wert, tägliche Insulininjektion	
	Körperbau	Gewicht, Grösse, BMI, Hüftumfang, Fettmasse	
	aerobe Kapazität	peak V <sub>o2</sub> , Herzfrequenz, 6min-Gehtest	
	Kraft	1 Repetitions Maximum: OE, UE, Hand, Muskelermüdung, Sitz-Stand Repetition)	
	Lebensqualität	SF-36	
	<b>Häufigkeit der Messungen:</b> zu Beginn Blutzuckerüberwachung vor und nach jedem Training nach 20 Wochen  <b>systematische Fehler bezüglich Messen:</b> Verblindung Messer: die Messer waren über die Gruppeneinteilung nicht informiert		
<b>MASSNAHMEN</b>  Wurden die Maßnahmen detailliert beschrieben? ja nein nicht angegeben	<b>Beschreibung der Intervention:</b> Aufwärmen: 5' Kraft OE: 10' Kraft UE: 10' Kraft Bauchmuskulatur: 10' Velofahren (Hometrainer): 10' Laufen (Laufband): 10' Stepper (Crosstrainer): 10' Auslaufen: 5' Die Interventionsgruppe nahm 2 Mal wöchentlich am Trainingsprogramm teil. Die Kontrollgruppe nahm nicht am Trainingsprogramm teil und sollte die gewohnten täglichen körperlichen Aktivitäten weiterführen  Die Intensität der jeweiligen Trainingseinheiten ist genau beschrieben: Ausdauer: 60% HRmax – 70% HRmax nach 6 Wochen – 75% HRmax nach 12 Wochen Kraft: anhand des RM (Repetitionsmaximums) berechnet 20 RM – 12 RM Durch diese genauen Angaben ist die Trainingseinheit in der Praxis sehr gut umsetzbar  <b>systematische Fehler bezüglich Massnahme:</b> Kontaminierung: keine Angaben Ko-Intervention: keine Angaben Dauer: 20 Wochen (±5 Monate) Therapeut: Die Interventionsgruppe wurde von Physiotherapeuten überwacht. Keine Angabe, ob es immer der gleiche war.		7/11

<b>RESULTATE</b>  Wurde die statistische Signifi- kanz der Ergebnisse angege- ben? ja nein entfällt nicht angegeben	Signifikanz: $p < 0.05$ Die Signifikanz wird zwar fest gelegt, die genauen Werte der signifikanten Resultate sind aber nicht angegeben.	2/2										
	<table><tr><th>Outcome</th><th>Resultat</th></tr><tr><td>glykämische Kontrolle</td><td>keine signifikante Verän- derungen im Nüchtern- blutzucker und HbA<sub>1c</sub>- Wert (<math>p &gt; 0.05</math>) signifikante Verminderung der täglichen Insulindosis in der Trainingsgruppe (<math>p &lt; 0.05</math>) signifikanter Anstieg der Insulindosis (gemessen per Kilogramm Körperge- wicht) in der Kontrollgrup- pe (<math>p &lt; 0.05</math>)</td></tr><tr><td>Körperbau</td><td>keine signifikanten Unter- schiede</td></tr><tr><td>Lebensqualität</td><td>keine signifikanten Effekte wichtiger Anstieg in den Kategorien: allgemeine Gesundheit, Vitalität und emotionale Fähigkeit</td></tr><tr><td>Körperliche Fintess: Kraft, aerobe Kapazität</td><td>signifikante Verbesserung der Kraft (Muskelermü- dung, Sitz-Stand Repetiti- on, 6-min Gehtest, Kraft OE und UE) in der Inter- ventiongruppe (<math>p &lt; 0.05</math>) peak V<sub>o2</sub>, Herzfrequenz unterschieden sich nicht signifikant in den beiden Gruppen</td></tr></table>	Outcome	Resultat	glykämische Kontrolle	keine signifikante Verän- derungen im Nüchtern- blutzucker und HbA <sub>1c</sub> - Wert ( $p > 0.05$ ) signifikante Verminderung der täglichen Insulindosis in der Trainingsgruppe ( $p < 0.05$ ) signifikanter Anstieg der Insulindosis (gemessen per Kilogramm Körperge- wicht) in der Kontrollgrup- pe ( $p < 0.05$ )	Körperbau	keine signifikanten Unter- schiede	Lebensqualität	keine signifikanten Effekte wichtiger Anstieg in den Kategorien: allgemeine Gesundheit, Vitalität und emotionale Fähigkeit	Körperliche Fintess: Kraft, aerobe Kapazität	signifikante Verbesserung der Kraft (Muskelermü- dung, Sitz-Stand Repetiti- on, 6-min Gehtest, Kraft OE und UE) in der Inter- ventiongruppe ( $p < 0.05$ ) peak V <sub>o2</sub> , Herzfrequenz unterschieden sich nicht signifikant in den beiden Gruppen	
Outcome	Resultat											
glykämische Kontrolle	keine signifikante Verän- derungen im Nüchtern- blutzucker und HbA <sub>1c</sub> - Wert ( $p > 0.05$ ) signifikante Verminderung der täglichen Insulindosis in der Trainingsgruppe ( $p < 0.05$ ) signifikanter Anstieg der Insulindosis (gemessen per Kilogramm Körperge- wicht) in der Kontrollgrup- pe ( $p < 0.05$ )											
Körperbau	keine signifikanten Unter- schiede											
Lebensqualität	keine signifikanten Effekte wichtiger Anstieg in den Kategorien: allgemeine Gesundheit, Vitalität und emotionale Fähigkeit											
Körperliche Fintess: Kraft, aerobe Kapazität	signifikante Verbesserung der Kraft (Muskelermü- dung, Sitz-Stand Repetiti- on, 6-min Gehtest, Kraft OE und UE) in der Inter- ventiongruppe ( $p < 0.05$ ) peak V <sub>o2</sub> , Herzfrequenz unterschieden sich nicht signifikant in den beiden Gruppen											
Wurden Fälle von Ausschei- den aus der Studie angege- ben? Ja Nein	Es schieden keine Teilnehmer aus der Studie aus. Es fanden insgesamt 38 Trainingseinheiten statt, die durch- schnittlich Häufigkeit der Teilnahme liegt bei 24 besuch- ten Einheiten.											
<b>SCHLUSSFOLGERUNGEN UND KLINISCHE IMPLIKA- TIONEN</b>  Waren die Schlussfolgerungen angemessen im Hinblick auf Methoden und Ergebnisse der Studie? o ja	Schlussfolgerung: Nach einem 20 wöchigen Trainingsprogramm kann eine Tendenz für die Senkung der Insulindosis, Verbesserung der körperlichen Fitness und Erhöhung des Wohlbefin- dens festgestellt werden. Angesichts der zu erwartenden positiven Langzeiteffekte auf kardiovaskuläre Risikofakto- ren, sollten Patienten mit Diabetes mellitus Typ 1 dazu ermutigt werden, körperlich aktiv zu sein.	1/4										

o nein	Limiten der Studie: Die Lücke in der Verbesserung des HbA <sub>1c</sub> -Wertes erklären sich die Autoren mit der erhöhten Kohlenhydrateinnahme, der Reduktion der Insulindosis im Zusammenhang mit den hypoglykämischen Vorfällen. zu wenig Teilnehmer variierende Anzahl besuchter Trainingseinheiten der Teilnehmer Schwierigkeit der Personalisierung eines Trainingsprogrammes	
<b>PUNKTE TOTAL:</b>		<b>36/47</b>

## Anhang E: Erläuterung zur Studienanalyse

Tabelle 17. Erläuterung zur Studienanalyse

Titel der Studie		
Autor		
Jahr		
	Kommentare	Punkte
<b>ZWECK DER STUDIE</b>  Wurde der Zweck klar angegeben? ja 2 Punkte nein 0 Punkte zu wenig genau 1 Punkt	Skizzieren Sie den Zweck der Studie. Inwiefern bezieht sich die Studie auf Physiotherapie und/oder Ihre Forschungsfrage?	x/2
<b>LITERATUR</b>  Wurde die relevante Hintergrund-Literatur gesichtet? ja 1 Punkt nein 0 Punkte	Geben Sie an, ob die Notwendigkeit der Studie gerechtfertigt wurde.	x/1
<b>DESIGN</b>  randomisierte kontrollierte Studie (RCT) 4 Punkte Kohortenstudie 1 Punkt Einzelfall-Design 1 P. Vorher-Nachher-Design 2 Punkte Fall-Kontroll-Studie 1 P Querschnittsstudie 1 P. Fallstudie 1 Punkt	Systematische Fehler: bezüglich Stichprobe: Freiwilligkeit (ja: 1P/nein, nicht angeben: 0P) Jahreszeitenabhängig: nicht relevant Verblindung Pat: nicht zu Verändern	x/5
<b>STICHPROBE</b>  N=  Wurde die Stichprobe detailliert beschrieben? ja 7 Punkt (max) nein 0 Punkte  Wurde die Stichprobengröße begründet?	Beschreibung der Stichprobe: Alter (1 Punkt) Geschlecht (1 Punkt) Dauer der Krankheit (1 Punkt)  Mehrere Gruppen: grosse Übereinstimmung (2 Punkte) mittlere Übereinstimmung, entfällt (1 Punkt) nicht angegeben/ keine Übereinstimmung (0 P)	x/11

ja 1 Punkt nein 0 Punkte entfällt 0 Punkte	Ein-/Ausschlusskriterien beschrieben? genau beschrieben (2 Punkte) ungenau beschrieben (1 Punkte) nicht beschrieben (0 Punkte)  Randomisierung: ja: 2 Punkte nicht angegeben: 0 Punkte  Ethikkommission: ja: 1 Punkt nein/ nicht angegeben: 0P.	
<b>ERGEBNISSE (outcomes)</b>		
	Outcome	Messinstrument
	Primäres Outcome	Hba1c-Wert (2 Punkte)
	zusätzliches Outcome	1 Punkt
	zusätzliches Outcome	1 Punkt
	zusätzliches Outcome	1 Punkt
	Häufigkeit der Messungen: vor (1P) nach (1 P) follow-up (2 P)  systematische Fehler bezüglich Messen: Zahl der verwendeten Masse: nicht relevant Verblindung Messer: verblindet: 2P. entfällt: 1P, nicht verblindet/ nicht angegeben: 0P Erinnerung: nicht relevant	x/11
<b>MASSNAHMEN</b>  Wurden die Maßnahmen detail- liert beschrieben? ja 1 Punkt nein 0 Punkte nicht angegeben 0 P	Beschreibung der Intervention:  in der Praxis wiederholbar (3 Punkte) in der Praxis nicht wiederholbar (0 Punkte)  systematische Fehler bezüglich Massnahme: Kontaminierung: keine: 1P./ nicht angegeben, nicht berücksichtigt: 0P. Ko-Intervention: keine/berücksichtigt: 2 P/ nicht ange- geben, nicht berücksichtigt: 0P Dauer: >3Monate: 3 P., 1-3 Monate: 2P., <1 Monat: 0P. Ort: nicht relevant Therapeut: gleicher Therapeut bei mehreren Gruppen: 1P., keine Angaben, viele verschiedene Therapeuten: 0P	x/11
<b>RESULTATE</b>  Wurde die statistische Signifi- kanz der Ergebnisse angege- ben? ja 2 Punkte nein 0 Punkte entfällt 0 Punkte nicht angegeben 0 P.	Signifikanz: p	x/2
Wurden Fälle von Ausscheiden aus der Studie angegeben?	Grund	

Ja Nein		
<b>SCHLUSSFOLGERUNGEN UND KLINISCHE IMPLIKATIONEN</b>  Waren die Schlussfolgerungen angemessen im Hinblick auf Methoden und Ergebnisse der Studie? o ja o nein	Schlussfolgerung: hohe Relevanz für die Fragestellung der Bachelorarbeit : 4 Punkte mittlere Relevanz für die Fragestellung der Bachelorarbeit: 1 Punkt keine Relevanz für die Fragestellung der Bachelorarbeit: 0 Punkte  Limiten der Studie: Auflistung der von den Autoren genannten Limiten	x/4
<b>PUNKTE TOTAL:</b>		x/47

## **Der Einfluss von körperlicher Aktivität bei Kindern und Jugendlichen mit Diabetes mellitus Typ 1**

Denken Sie, dass körperliche Aktivität einen Einfluss auf das Krankheitsbild Diabetes mellitus Typ 1 hat?

Wenn ja: Was wird Ihrer Meinung nach am meisten beeinflusst?

Wenn nein: Weshalb nicht?

Welche Art von körperlicher Aktivität empfehlen Sie Kindern und Jugendlichen mit Diabetes mellitus Typ 1 und weshalb?

Kann mit gezielter körperlicher Aktivität eine Reduktion der täglichen Insulindosis erreicht werden?

ausgefüllt von (Name, Institution, Fachbereich):

Herzlichen Dank für das Beantworten meiner Fragen

Damaris Geiger



## Antwort Frau Astrid Castenberg

### Fragebogen

✶ Astrid Castenberg [a.castenberg@hotmail.ch]

Bis: Geiger Damaris Elisabeth (geigedam)

   Aktionen ▾

Inbox

Sonntag, 18. März 2012 18:26

Sehr geehrte Frau Geiger

Sie haben mir einen Fragebogen zugeschickt zu Einfluss körperlicher Aktivität bei Kindern und Jugendlichen mit DM Typ 1.

Ich berate in der Odg keine Kinder oder Jugendliche, daher macht es wenig Sinn, wenn ich den ganzen Fragebogen ausfülle.

Trotzdem hier mein verkürzter Beitrag:

Die Frage 1 und 5 kann ich sicher mit ja beantworten. Zu Frage 2: Am meisten wird sicher der Insulinbedarf beeinflusst (Abnahme). Zudem ist körperliche Aktivität allgemein für den Umgang mit dem Diabetes und Akzeptanz der Erkrankung wichtig.

Mit freundlichen Grüßen und viel Spass mit der Arbeit.

Astrid Castenberg, Ostschweizer Gesellschaft, St. Gallen

Abbildung 5. E-mail von Frau Castenberg

Antwort Frau Elsbeth Link

## Der Einfluss von körperlicher Aktivität bei Kindern und Jugendlichen mit Diabetes mellitus Typ 1

- 1) Denken Sie, dass körperliche Aktivität einen Einfluss auf das Krankheitsbild Diabetes mellitus Typ 1 hat?

Körperliche Aktivität kann das Wohlbefinden und "sich gesund fühlen" stark beeinflussen.

- 2) Wenn ja: Was wird Ihrer Meinung nach am meisten beeinflusst?

- Die Psyche! Das Bewusstsein, trotz dieser Krankheit alles machen zu können z.B. auch Spitzensport, sich gesund fühlen.  
- Insulinmenge kann deutlich reduziert werden.

- 3) Wenn nein: Weshalb nicht?

- 4) Welche Art von körperlicher Aktivität empfehlen Sie Kindern und Jugendlichen mit Diabetes mellitus Typ 1 und weshalb?

Wenn jemand stark zu Hypoglykämien neigt, würde ich eher moderate Sportarten wählen um nicht in Lebensgefahr zu geraten. Grundsätzlich kann aber jede Sportart ausgeübt werden.

- 5) Kann mit gezielter körperlicher Aktivität eine Reduktion der täglichen Insulindosis erreicht werden?

Auf jeden Fall. Je mehr Zucker sofort "verbraucht" wird, desto weniger Insulin braucht der Körper. Eine gewisse Erhaltungsdosis braucht es aber trotzdem.

ausgefüllt von (Name, Institution, Fachbereich): Elsbeth Link, Pflegefachfrau

Herzlichen Dank für das Beantworten meiner Fragen  
Damaris Geiger

Abbildung 6. ausgefüllter Fragebogen von Frau Link

Antwort Herr Mike Dähler

## Der Einfluss von körperlicher Aktivität bei Kindern und Jugendlichen mit Diabetes mellitus Typ 1

- 1) Denken Sie, dass körperliche Aktivität einen Einfluss auf das Krankheitsbild Diabetes mellitus Typ 1 hat?

Ja

- 2) Wenn ja: Was wird Ihrer Meinung nach am meisten beeinflusst?

Die Jugendlichen benötigen weniger Insulin.  
+ Sozialer Aspekt und Umgang mit Krankheit.

- 3) Wenn nein: Weshalb nicht?

—

- 4) Welche Art von körperlicher Aktivität empfehlen Sie Kindern und Jugendlichen mit Diabetes mellitus Typ 1 und weshalb?

Sport allgemein. Keine Extremsportarten, wie Tauchen oder Fallschirmspringen, ist zu gefährlich, wegen Hypo.

- 5) Kann mit gezielter körperlicher Aktivität eine Reduktion der täglichen Insulindosis erreicht werden?

Ja

ausgefüllt von (Name, Institution, Fachbereich):

  
Ostschweizer Diabetes-Gesellschaft  
Neugasse 55, 9000 St. Gallen  
Tel. 071 223 67 67, Fax 071 223 58 92  
E-Mail: info@odgsg.ch

Mike Dähler  
dipl. Ernährungsberater FH  
Typ 1 Diabetiker seit 1994



Herzlichen Dank für das Beantworten meiner Fragen  
Damaris Geiger

Abbildung 7. ausgefüllter Fragebogen von Herr Dähler

Antwort Herr Prof. Dr.med. Eugen Schoenle

## **Der Einfluss von körperlicher Aktivität bei Kindern und Jugendlichen mit Diabetes mellitus Typ 1**

1) Denken Sie, dass körperliche Aktivität einen Einfluss auf das Krankheitsbild Diabetes mellitus Typ 1 hat?

2)

Sie beeinflusst natürlich den Blutzucker und muss deshalb bei der Dosierung des Insulins berücksichtigt werden. Deshalb gibt es für Kinder und Jugendliche, die bei uns betreut werden, Sportregeln.  
Den Diabetes kann man dadurch jedoch nicht verändern.

3) Wenn ja: Was wird Ihrer Meinung nach am meisten beeinflusst?

☒ Rechteckiges Ausschneiden

4) Wenn nein: Weshalb nicht?

Die Therapie des Typ 1 Diabetes ist ein Insulin-Ersatz, nicht anderes. Bei Sport muss das Insulin angepasst werden.

5) Welche Art von körperlicher Aktivität empfehlen Sie Kindern und Jugendlichen mit Diabetes mellitus Typ 1 und weshalb?

Keine spezielle. Kinder und Jugendliche sollen jene Sportart betreiben, die sie möchten, wie wenn sie keinen Diabetes hätten. Sie müssen dann lernen, die Insulin- und Ess-Anpassungen für diese Sportart zu optimieren. Bei falschem Management kann auch Sport dem Diabetes schaden.

6) Kann mit gezielter körperlicher Aktivität eine Reduktion der täglichen Insulindosis erreicht werden?

Wie oben erwähnt, ist die Therapie für Typ 1 Diabetes der Insulin-Ersatz, nicht Sport oder Bewegung. Wenn jemand extrem viel Sport treiben würde, würde er sicher weniger Insulin benötigen. „Weniger Insulin“ bedeutet jedoch nicht „weniger Diabetes“. Sport ist nicht eine Therapie-Form für Diabetes.

ausgefüllt von (Name, Institution, Fachbereich):

Prof. Dr. med. Eugen J. Schoenle  
Ordinarius für Pädiatrische Endokrinologie und Diabetologie  
Universitäts-Kinderspital  
Steinwiesstrasse 75  
CH-8032 Zürich

Abbildung 8. ausgefüllter Fragebogen von Herr Prof. Dr.med. Schoenle

## **Der Einfluss von körperlicher Aktivität bei Kindern und Jugendlichen mit Diabetes mellitus Typ 1**

- 1) Denken Sie, dass körperliche Aktivität einen Einfluss auf das Krankheitsbild Diabetes mellitus Typ 1 hat?

Ja

- 2) Wenn ja: Was wird Ihrer Meinung nach am meisten beeinflusst?

Insulinsensitivität, bzw Insulinbedarf  
Schulungseffekt: Umgang mit speziellen Situationen  
Verbesserung der körperlichen Leistungsfähigkeit  
Verbesserung der kardiovaskulären Risikofaktoren  
Spas, bessere Laune, Kontakte

- 3) Wenn nein: Weshalb nicht?

- 4) Welche Art von körperlicher Aktivität empfehlen Sie Kindern und Jugendlichen mit Diabetes mellitus Typ 1 und weshalb?

Bei einer guten Schulung ist grundsätzlich(fas)t alles möglich – der Wunsch des Patienten steht im Vordergrund. Bei gewissen Sportarten muss das Risiko einer Unterzuckerung speziell berücksichtigt werden, gewisse Sportarten können vorübergehend den Blutzucker erhöhen.

- 5) Kann mit gezielter körperlicher Aktivität eine Reduktion der täglichen Insulindosis erreicht werden?

Theoretisch ja – in der Praxis nur bedingt. Der Insulinbedarf ist v.a. während der körperlichen Aktivität (und auch im Anschluss) reduziert, so dass die Gesamtinsulinmenge nur leicht beeinflusst wird – zudem macht Sport Hunger, so dass oft nach/während der Aktivität wieder mehr gegessen wird, wofür auch wieder Insulin appliziert werden muss. Die tägliche Insulinmenge spielt aber auch keine Rolle für den Patienten, es ist kein Vorteil, weniger Insulin zu spritzen – die Blutzuckerwerte sind entscheidend

ausgefüllt von (Name, Institution, Fachbereich):

Peter Wiesli, Kantonsspital Frauenfeld, Diabetologie

Abbildung 9. ausgefüllter Fragebogen von Herr Dr. Wiesli